



منشورات جامعة دمشق

كلية الهندسة الزراعية

تربية المحاصيل الحقلية

(الجزء النظري)

الدكتور

مخلص شاهري

أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية

الدكتور

محمود صبوح

أستاذ في قسم المحاصيل الحقلية

فهرس المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
المقدمة	9
الفصل الأول القمح	13
النشأة الوراثية والتقسيم النباتي	15
أهداف التربية	33
طرق التربية	67
الفصل الثاني الشعير	127
النشأة الوراثية والتقسيم النباتي	129
أهداف التربية	147
طرق التربية	173
الفصل الثالث الذرة الصفراء	187
النشأة الوراثية والتقسيم النباتي	188
أهداف التربية	209
طرق التربية	216
الفصل الرابع الذرة البيضاء	251
النشأة الوراثية والتقسيم النباتي	252
أهداف التربية	259
طرق التربية	260
الفصل الخامس الحمص	265
النشأة الوراثية والتقسيم النباتي	265

267	أهداف التربية
273	طرق التربية
277	الفصل السادس الفول
277	النشأة الوراثية والتقسيم النباتي
279	أهداف التربية
279	طرق التربية
283	الفصل السابع العدس
283	النشأة الوراثية والتقسيم النباتي
284	أهداف التربية
285	طرق التربية
287	الفصل الثامن فول الصويا
287	النشأة الوراثية والتقسيم النباتي
293	أهداف التربية
299	طرق التربية
305	الفصل التاسع عباد الشمس
305	النشأة الوراثية والتقسيم النباتي
308	أهداف التربية
313	طرق التربية
323	الفصل العاشر الشوندر السكري
326	النشأة الوراثية والتقسيم النباتي

339	أهداف التربية
351	طرق التربية
367	الفصل الحادي عشر القطن
370	النشأة الوراثية والتقسيم النباتي
393	أهداف التربية
402	طرق التربية
417	الفصل الثاني عشر التبغ
420	النشأة الوراثية والتقسيم النباتي
440	أهداف التربية
450	طرق التربية
455	الفصل الثالث عشر محاصيل العلف
455	النشأة الوراثية والتقسيم النباتي
458	أهداف التربية
462	طرق التربية
487	المصطلحات العلمية
493	المراجع

مقدمة

يعاني العالم في الفترة الأخيرة من مشاكل كثيرة وتحديات كبيرة وعلى الأخص التبدلات المناخية القاسية والأمن الغذائي لسكا العالم الذين تزايد كبير ومستمر وخاصة في الدول النامية التي

تعاين من الانفجار السكاني وتراجع ونقص في كميات الغذاء نتيجة انحسار وتراجع مساحات الأراضي الزراعية بفعل التصحر وتملح التربة والجفاف وارتفاع الحرارة وانتشار الأوبئة المرضية وعدم زراعة الأصناف المحسنة وراثياً..... ولذلك كان لابد للعلوم المختلفة من التصدي لهذه المشاكل، ويقع عبء كبير على عاتق العلوم الزراعية وخاصة التحسين الوراثي للمحاصيل الحقلية والتي تعمل على تحسين وزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية وتحسين قدرتها على تحمل الإجهادات الإحيائية واللاإحيائية وتحسين النوعية التكنولوجية للحبوب بهدف ضمان استمرار تأمين الغذاء وخاصة المحاصيل الغذائية والصناعية والعلفية الاستراتيجية مثل: القمح والشعير والذرة الصفراء وفول الصويا والشوندر السكري والقطن.....

سنتناول في هذا المؤلف الذي يغطي مفردات منهاج مقرر تربية المحاصيل الحقلية لطلاب السنة الرابعة -اختصاص محاصيل حقلية- من كلية الزراعة المنشأة الوراثية، التقسيم النباتي، أهداف التربية، طرق التربية لأهم المحاصيل المزروعة في سوريا والوطن العربي والعالم كمحصول القمح والشعير والشوفان والشيلم والذرة

الصفراء والبيضاء والحمص والفول والعدس وفول الصويا وزهرة
الشمس والشوندر السكري والقطن التبغ وأهم محاصيل العلف مثل
الفصة والبيقية، آملين أن يسهم هذا الكتاب في إغناء المكتبة
الزراعية العربية بالمؤلفات التخصصية في مجال تربية النبات
والتحسين الوراثي للمحاصيل الحقلية وان يكون عوناً للطالب في
دراسته اليوم ومساعداً له كمهندس المستقبل في حياته المهنية
والعملية والتطبيقية

والله ولي التوفيق

المؤلفون

أ.د محمود صبح

أ.د مخلص شاهري

الفصل الأول

القمح

الاسم الانكليزي Wheat

الاسم اللاتيني *Triticum Spp*

العائلة النجيلية *Gramineae = Poaceae*

النشأة الوراثية والتقسيم النباتي :

تتضمن المصادر الوراثية للنباتات :

- 1 - الأصناف المحلية التقليدية Land races .
- 2 - الأصناف المحسنة المستنبطة حديثا .
- 3 - الأعشاب البرية القريبة من المحصول المزروع.
- 4 - الانواع البرية القريبة من النوع المزروع والتي تستخدم في الغذاء والعلف الخ
- 5 - الانواع البرية التي من المحتمل استخدامها في المستقبل.

أنواع المصادر الوراثية :

أولا : الأصناف المحلية التقليدية Land races :

يرى HARLAN (1975) أن الأصناف المحلية التقليدية (تمتلك كمالاتها وراثيا محددا. فهي أصناف مميزة مورفولوجيا، ولقد أطلق عليها المزارع أسماء. و من المعروف أن الأصناف المحلية المختلفة، تختلف عن بعضها في كيفية مع مختلف أنواع التربة، ومواعيد زراعتها، وتاريخ نضجها، وطولها، وقيمتها الغذائية، واستخدامها وفي صفات أخرى. ومن المهم الإشارة إلى أنها متباينة وراثيا عن بعضها. وهي مجتمعات نباتية متوازنة، لكنها متباينة في توازنها مع كل من الظروف المحيطة (البيئية) والأمراض، وهي ذات فعالية وقدر كبيرتين على التبدل الوراثي).

ولقد تحرى VAVILOV واكتشف وجمع وصنف مجموعات كبيرة غنية من الأصناف المحلية في عديد من المحاصيل، وذلك عبر رحلاته الاستكشافية المكثفة. ومنذئذ، تم جمع الأصناف المحلية لعديد من المحاصيل، عبر رحلات الاستكشاف والجمع، المنظمة من قبل الآخرين في دول أخرى. ونستطيع القول أنه إلى جانب الصفات والخصائص التي حددها HARLAN (1975) للأصناف المحلية، يمكن أن نضع في ذهننا الصفات الإضافية التالية:

- 1 - نشأت الأصناف المحلية وتطورت، وتكيفت مع ظروف الزراعة التقليدية حيث الرعاية في حدها الأدنى، والتربة في أدنى خصوبتها، والظروف المحيطة (البيئية) متذبذبة، ولقد كانت بالتالي أقل إنتاجا. وباختصار، لقد تكيفت مع ظروف زراعة تسمح لها بالبقاء حيه، دون أية عناية أو اهتمام خاص بها.
- 2 - يمنح التباين الوراثي للأصناف المحلية صفة الأمان ضد المخاطر الناجمة عن الإصابات المرضية والأوبئة. وتتبع البادرات من البذور المزروعة على أعماق مختلفة بشدة وتعطي غلة ما على الرغم من الجفاف، والبرد والصقيع، والأمراض والأوبئة.

3 - ويعتبر تركيب الأصناف المحلية معدا بتأن من قبل المزارع. فالمزارع ينتخب بذاره من نباتات الموسم السابق. ويحدث الانتخاب، غالبا في الحقل. وهكذا تتרכب الأصناف المحلية، وتنتخب مكوناتها، وتعزل، ثم تخطط مع بعضها، وتعد كبدار للصنف المحلي. و طبقا لذلك، فإن الأصناف المحلية تعد وتعزل باستمرار لتكون متكيفة مع الظروف البيئية المحلية. و بالتالي، فإن التباين الكبير في الأصناف المحلية، يجعل منها مصادر وراثية مفيدة من أجل نقل المورثات المرغوبة إلى الأصناف المحسنة والمستنبطة محليا.

4 - ويتميز التباين الوراثي للأصناف المحلية بأنه ذو بعدين:

أ - فهناك تباين وراثي يختلف باختلاف المواقع والجماعات النباتية.

ب- كما أن هناك تباين وراثي ضمن المواقع والجماعات النباتية.

وينشأ التباين الوراثي في الحالة الأولى عن التباين والاختلاف في المكان ، وينشأ في الحالة الثانية عن التباين في الزمن (التباين الفصلي، والمناخي، والبيولوجي والتباين في العوامل الاقتصادية - الاجتماعية).

5 - وتشكل الأصناف المحلية مصادر للمورثات التكيفية البديلة أو الإضافية مما يشكل معقدات أو مركبات مورثية .

ثانيا : الأصناف المحسنة المستنبطة حديثا :

ويمكننا أن نميز نمطين من الأصناف المحسنة :

أ - ينتخب المزارعون، ومنتجو البذار، أحيانا، أصنافا لزراعتها في مناطق معينة. وتدخل هذه الأصناف إلى المستوى التجاري تحت أسماء محددة ويمكن أن لا تكون موصفة.

ب- تنتج الأصناف المحسنة، وتزرع من قبل المزارعين، عبر الجهود المبذولة من قبل العلماء المختصين بتربية النبات. وتربى الأصناف المتقدمة من قبل المربين لأهداف خاصة، وتعتبر، بدورها، مصادر غنية بالمادة

الوراثية، وتتواجد في محطات البحوث المختلفة ، وتدعو الحاجة لجمعها وحفظها في محطة تجريبية واحدة أو أكثر. و لقد تم تربية الأصناف الحديثة، في الماضي، وأصبحت مهمة بسبب استنباط أصناف أفضل منها، ومع ذلك، فهي تعتبر مادة وراثية جيدة للعمل التريوي. و يجب العمل على جمعها وحفظها من أجل مجابهة حاجات المستقبل.

ثالثا : الأعشاب البرية القريبة وراثيا مع النوع المزروع : Weed races

تنشأ السلالات العشبية Weed races غالبا في المناطق التي تتواجد فيها المادة النباتية المزروعة، والأنواع البرية العشبية القريبة وراثيا منها، مزروعة جنباً إلى جنب. ويتم الحصول على مثل هذه المركبات (محصول - عشب) في عديد من المحاصيل المزروعة. فنجد مثلاً سلالات مزروعة وأخرى عشبية من القمح أحادي الحبة *T. monococcum* (مثل *Var. boeoticum* وهو القمح أحادي الحبة Einkorn البري و *Var. monococcum* وهو القمح أحادي الحبة Einkorn المزروع)، وكذلك من القمح الرباعي التضاعف *T. turgidum* (مثل قمح Emmer البري *Var. dicoccoides*، وقمح Emmer المزروع *Var. dicoccum*)، ومن الشعير، والذرة البيضاء، والرز، والشوفان وربما أن غالبية الأنواع المزروعة من المحاصيل، ذات سلالات عشبية مرافقة . و يمكن، في بعض الحالات، التمييز بسهولة بين السلالات العشبية، والسلالات المزروعة من محصول ما، ويصعب في أحيان أخرى التمييز بينها. ويحدث تفاعل وراثي واسع بين السلالات المزروعة والعشبية، في كثير من أجناس المحاصيل، حتى أن HARLAN (1975) اعتبر معقد المحصول - عشب تقنية وراثية مستقلة . حيث أن وجود المحصول والعشب جنباً إلى جنب يؤدي إلى الحصول على عدد كبير من الهجن، ويمكن الاستدلال على حقيقة انتقال المورثات من العشب إلى المحصول وبالعكس، بالاعتماد على أبحاث خاصة. وتعتبر المناطق والمواقع التي تحدث فيها مثل هذه الهجونات بفعالية، مواقع هامة من أجل جمع الأصول الوراثية.

رابعاً : الأنواع البرية : Wild Species :

استخدمت الأنواع البرية المتقاربة وراثياً مع الأنواع المزروعة ، بكثرة من أجل التربية للمقاومة . ولقد استخدمت تقنيات وراثية-خلوية-وزراعة الأجنة وتقنيات أخرى في التربية المعتمدة على التهجين بين الأنواع . ولقد استخدمت غالباً ، برامج التهجين الرجعي من أجل نقل بعض الخصائص والصفات بسيطة التوريث . وقدم HAWKES (1977) دراسة مرجعية متطورة ، من أجل استخدام الأنواع البرية في تحسين الأنواع المزروعة . ولقد كان جمع الأنواع البرية القريبة من الأنواع المزروعة ، قليلاً ، ولذا فهي تحتاج للجمع والحفظ .

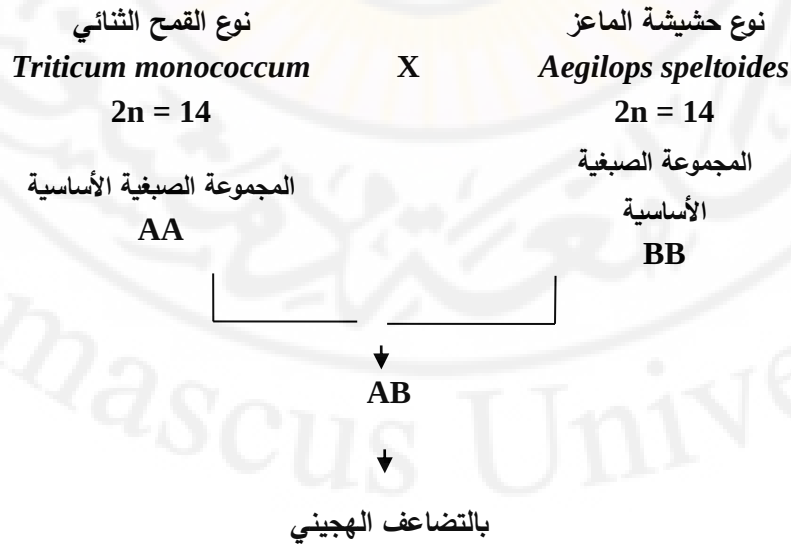
الاصول الوراثية للقمح

النشأة الوراثية للقمح وتقسيمه :

ينتمي جنس القمح *Triticum* إلى القبيلة *Triticeae* = (*Hordeae*) ، التي تشكل اقتصادياً أهم مجموعة من عائلة النجيليات (*Poaceae*=) *Gramineae* . فلقد أعطت هذه القبيلة الأقمح والشيلم والشعير . وتشكل الأقمح (*Triticum*) والشيلم (*Secale*) مع بعضها ، إضافة للجناس : *Aegilops* ، *Agropyron* ، *Eremopyron* ، *Haynaldia* ، تحت قبيلة (*Triticinae*) Subtribe . وتعتبر تحت القبيلة المشار إليها ، حديثة في نشوئها ، ولذلك يحدث التهجين بين مجمل الأجناس المختلفة لها ، ويحدث التبادل في المادة الوراثية بكافة الاتجاهات بين تلك الأجناس .

وحيث أن الأقمح المتضاعفة العدد الصبغي Polyploids تمتلك مجموعات صبغية أساسية Genomes انحدرت من جنسي *Aegilops* و *Triticum* مال بعض العلماء إلى تصنيف كلتا الوجدتين التقسيميتين في جنس واحد هو القمح (*Triticum* Morris and Sears 1967).

ولقد أظهرت الأبحاث الوراثية - الخلوية الأولى للعلماء SAKAMURA و SAX و KIHARA وآخرين (Riley ، 1965 ، MORRIS و SEARS ، 1967) أن الأنواع المختلفة للقمح تشكل سلسلة من التضاعفات الصبغية تعتمد على تضاعف المجموعة الصبغية ($X=7$) وتشكل مستويات مختلفة من التضاعف: ثنائية التضاعف ($2n = 2X = 14$) ورباعية التضاعف ($2n = 4X = 28$) وسداسية التضاعف ($2n = 6X = 42$) ، يوضح الشكل رقم (1) العلاقات التطورية لأنواع القمح .





الشكل (1) مخطط يوضح أصل ومنشأ القمح السداسي، والعلاقة التطورية بين أنواع القمح. ولقد ساهمت بعض الأنواع البرية ثنائية التضاعف الصبغي ($2n = 2X$) للقمح في ظهور أنواع القمح امتضاعفة وهي، من المحتمل أن تكون وحيدة التطور من حيث المنشأ، ولذلك فلقد انحرفت عن بعضها تطوريا وافتقرت بشكل كبير. ويظهر ذلك الانحراف التطوري بتشتت واختلاف الصفات المورفولوجية لبذور تلك الأنواع، والتباين في حاجاتها البيئية، وانتشارها الجغرافي. وتؤكد الدراسات الوراثية - الخلوية، التصنيفات التقسيمية، إذ أن كل تضاعف ثنائي Diploid يمتلك مجموعة صبغية أساسية Genome مميزة خاصة (KIHARA، 1954). وبالتالي فإن أشعاع الصبغيات الخاصة بكل مجموعة صبغية تتزوج مع بعضها وتقترب بدقة، دون أن تتزوج مع أشعاع الصبغيات التابعة لمجموعة صبغية أخرى عند التهجين بين

الأنواع، مما يقود إلى العقم الكلي، وعزل الانواع ثنائية التضاعف ($N = 2 \times X = 14$) بعضها عن بعض.

وتعتبر الأنواع المتضاعفة من القمح مثالا تقليديا على التطور عبر التضاعف الثنائي المزدوج Amphidiploidy. فهي تسلك سلوك التضاعفات الهجينية ذات المجموعات الصبغية النموذجية، أي أن الصبغيات تزوج على شكل أزواج قرينه متشابهة، ويكون توريث الصفات على شكل قرائن مزدوجة من المورثات وباختصار فإن كل زوج من الصبغيات تنتمي إلى مجموعة صبغية محددة تقترب مع بعضها دون أن تقترب مع صبغيات مجموعة صبغية أخرى مختلفة وموجودة في نواة النوع المتضاعف Polyploid نفسه. ويعود السبب في عدم اقتران الصبغيات التابعة لمجموعات صبغية مختلفة في القمح الطري *T. aestivum* إلى وجود مورثة محمولة على الذراع الطويل للصبغي رقم (5) من المجموعة الصبغية (B) ويطلق عليها المورثة (5B) (RILEY، 1965) وعند غياب هذه المورثة يحدث ازدواج الصبغيات بين المجموعات الصبغية المختلفة بحرية.

ولقد كان لتطور آلية ازدواج الصبغيات المشار إليها دور هام في تطور الأقماع المتضاعفة واستزراعها، فمن خلال حصر الازدواج التام للصبغيات في قرائن الصبغيات المتشابهة تماما ضمن كل مجموعة صبغية فإن المورثات القرينة تؤمن الانعزال المنتظم للمادة الوراثية، والخصوبة التامة، والتباين الوراثي.

ويمكن تمييز ثلاث مجموعات من التضاعفات الصبغية في القمح (ZOHARY and FELDMAN، 1962). وتمتلك الانواع ضمن كل مجموعة صبغية واحدة مشتركة بين بعضها بعضا، وتختلف في مجموعاتها الصبغية الأخرى. فالأنواع المتضاعفة التابعة للمجموعة (A) تشترك بامتلاكها للمجموعة الصبغية للقمح ثنائي التضاعف (*T. monococcum*)، والأنواع المتضاعفة التابعة للمجموعة (D) تشترك في المجموعة الصبغية التابعة للنوع *Squarrosa Aegilops*، وتلك الانواع المتضاعفة التابعة للمجموعة (C) تشترك في المجموعة

الصبغية التابعة للنوع *A. umbellulata* . وتنتمي أنواع القمح المتضاعفة المزروعة الى المجموعة (A) وتتمثل المجموعة الصبغية التابعة للقمح الثنائي *T. monococcum* Var. *boeoticum* في جميع أنواع القمح البرية المتضاعفة Polyploids ، بينما تتمثل المجموعة الصبغية للقمح *T. monococcum* Var. *monococcum* في جميع أنواع القمح المزروعة المتضاعفة. وتوجد المجموعة (A) المتضاعفة في القمح رباعي التضاعف *T. turgidum* (AABB) والقمح *T. timopheevii* (AAGG) والقمح سداسي *T. aestivum* (AABBDD). وتبدي الهجن الناتجة عن تصالب كلا النوعين رباعي التضاعف السابقين ازدواجا جزئيا بين الصبغيات وبالتالي تسبب عقما كبيرا ، وذلك يعود لعدم تشابه المجموعة الصبغية (B) من *T. turgidum* مع المجموعة الصبغية (G) من *T. timopheevii* . وربما يعود ذلك إلى أن كلا النوعين المتضاعفين تضاعفا رباعيا ($2n = 4X$) قد نشأ مستقلا عن الآخر عن طريق التهجين بين أشكال برية من النوع *T. monococcum* ونوعين مميزين ثنائيي التضاعف، أو ربما نشأت من مصدر أحادي التطور. ويمتلك نوع القمح سداسي التضاعف *T. aestivum* (AABBDD) مجموعتين صبغيتين متشابهتين مع المجموعتين الصبغيتين A و B الآتيتين من النوع *T. turgidum* . ولذلك، فهذا النوع نشأ عن التهجين بين *T. turgidum* و نوع ثنائي التضاعف يمتلك المجموعة الصبغية (D)، هو النوع *A. squarrosa* (MORRIS and SEARS ، 1967)، ومن المعتقد أن المجموعة الصبغية (B) قد أتت عن طريق النوع *A. speltoides* .

الأصول الوراثية للقمح:

1 - الأصناف المحلية التقليدية : Land races :

تعتبر هذه الأصناف من أهم المواد الأولية نظرا لتكيفها البيئي الجيد وتحملها للظروف السائدة في منطقة الزراعة. ويمتلك الوطن العربي أعدادا كبيرة من الأصناف المحلية التي تمتاز بأنها مصدر أساسي للمورثات المتحكممة بإظهار الصفات

والخواص الجيدة، مثل المقاومة للسلالات المرضية المنتشرة محليا والمحتوى البروتيني العالي بما في ذلك الأحماض الأمينية الأساسية وحجم الحبة الكبير، وكثرة الاضطواء وتحمل الجفاف والملوحة. وتعتبر مهمة الحفاظ على هذه الأصناف المحلية من المهام الضرورية والملحة فهي مصدر جيد وأساسي للاختلافات الوراثية.

2 - الاصناف المستنبطة حديثا :

تعد الأصناف المرباة في مناطق مختلفة من العالم، مادة أولية مهمة في تربية القمح، لكونها تحمل صفات وخواص إيجابية جيدة كالغلة والنوعية والمقاومة والتكيف البيئي الواسع.

3 - أنواع القمح البرية المزروعة المختلفة :

تعتبر أنواع القمح المختلفة من أهم أنواع المادة الأولية. وتتوزع أنواع القمح على ثلاث مجموعات وفقا لعدد صبغياتها (التضاعفات الصبغية) كما يلي:

أولا : أنواع القمح ثنائية التضاعف الصبغي (المجموعة الصبغية الأساسية A ،
($1n = 1X = 7$)

T. monococcum و يضم تحت نوعين Subspecies :

أ - *Subsp. boeoticum* ، وهو قمح ثنائي التضاعف بري يسمى Eikorn ، ينتشر بشكل رئيسي جنوب غربي إيران، وشمال غربي العراق، وجنوب شرقي تركيا. و ينتشر في القوقاز وسورية ووسط وغرب تركيا واليونان بشكل ثانوي على جوانب الطرق وأطراف الحقول. وهو ذو فترة نمو طويلة مقاوم للأمراض متحمل للجفاف ذو سفا خشن والحبة صغيرة الحجم والسنبلة تنقص بسهولة.

ب - *Subsp. monococcum* ، وهو قمح ثنائي التضاعف مزروع ، نشأ بطريقة الطفرة من القمح *T. monococcum Subsp. boeoticum* البري، ولقد نشأ وانتشر في تل مريبط في شمال سورية في الألف الثامن قبل الميلاد (Renfrew،

1973 و Helback ، 1966). و يعود وجوده في إيران تقديراً إلى (6750 - 7500) سنة قبل الميلاد، وفي العراق إلى (6750) سنة قبل الميلاد وفي تركيا إلى (7000) سنة قبل الميلاد.

و هذا النوع مقاوم للبرد وأمراض الأصداء والبياض الدقيقي ويوجد حديثاً في المناطق الجبلية من يوغوسلافيا وتركيا حيث يستخدم كعلف للحيوانات، وهو ذو محتوى بروتيني عالي وذو فترة نمو طويلة ومقاوم للجفاف ويتحمل الحرارة المرتفعة.

ثانياً : الأنواع الرباعية التضاعف الصبغي (المجموعتان الصبغيتان الأساسيتان n $1=2x = 14, AB$)

1 - *T. turgidum* ، ويضم تحت الأنواع التالية :

أ - *Subsp. dicoccoides* وهو نوع بري ، يحتل موطناً مشابهاً للأنواع السابقة في غرب إيران وغرب العراق وشرق تركيا، وأرمينيا، والقوقاز، وجنوب سورية وشمال غرب الأردن وشمال شرق فلسطين.

ب - *Subsp. dicoccum* ، ويسمى قمح Emmer وتشير الدراسات إلى أنه وجد في الشرق الأوسط منذ (7500) سنة قبل الميلاد إلى جانب قمح *T. (Einkorn)* *monococcum Subsp. boeoticum* وهو قمح مزروع في إيران وبين النهرين وسورية وجرش في الأردن ، ونقل إلى مصر والحبشة وحوض المتوسط وأوروبا وأواسط آسيا والهند خلال الألفين الخامس والرابع قبل الميلاد . وينمو حالياً في مناطق محدودة من أثيوبيا وإيران والقوقاز وشرق تركيا والبلقان .

ج - *Subsp. carthlicum* ، وهو نوع بري ، يحمل مورثات مسؤولة عن الانفرطية يطلق عليها (العامل Q) (Morris and Sears ، 1967) . و ينتشر فقط في القوقاز ، مما يدل على أنه أكثر حداثة من حيث المنشأ. وتمتاز نباتاته بالمقاومة للبياض الدقيقي والصدأ البرتقالي والتفحم، ولا يتحمل الجفاف.

د - *Subsp. paleocolchicum* وينتشر في جمهورية جورجيا .

هـ - *Subsp. turgidum*، ويضم الأصناف النباتية التالية :
- *Convar. durum* ويعتقد أنه نشأ وتطور من قمح Emmer المزروع عن طريق تراكم الطفرات. و هو قمح صلب يأتي في المرحلة الثانية بعد القمح الطري من حيث المساحة المزروعة بأصناف هذا النوع. ويحتوي نسبة عالية من البروتين والجلوتين في حبوبه. وينتشر حيث ينتشر قمح Emmer.
- *Convar. polonicum* و هو من انواع المناطق الباردة ، وحبوبه ذات نوعية جيدة مكسرها قرني ، حساس للأمراض.
- *Convar. aethiopicum* ينتشر في الحبشة.
- *Convar. turanicum* ينتشر في تركيا وإيران.

2 - *T. timopheevii*: ينتشر في الشرق الأدنى والحبشة . ويمتاز بتباين وراثي كبير عن بقية أنواع القمح الرباعية. ويؤدي التهجين بين هذا النوع وبقية أنواع القمح إلى إعطاء هجن عقيمة، ويرمز إلى المجموعتين الصبغيتين الأساسيتين لهذا النوع الرمز (AAGG) ويمتاز بالمقاومة لمعظم الأمراض والحشرات، وهو مصدر للعقم الذكري السيتوبلازمي. ولقد نشأت عنه أصناف مزروعة قليلة تنتشر في أرمينيا والقوقاز.

ويضم هذا النوع، تحت النوع *Subsp. araraticum*
وتحت النوع *Subsp. armeniacum*

ثالثا : الانواع سداسية التضاعف الصبغي (المجموعات الصبغية الأساسية الثلاث
: $(2n = 6X = 42, AABBD)$

وتضم الانواع التالية:

1 - *T. aestivum* : وهو القمح الطري، ويعتبر أكثر أنواع القمح انتشارا، ويأتي في المرتبة الأولى من حيث المساحة المزروعة، ويضم حوالي (250) تحت نوع تزرع في مناطق بيئية مختلفة من المحيط المتجمد الشمالي إلى القطب الجنوبي

تقريباً. ومن المعتقد أنه قد نشأ واستزرع بعد استزراع الأقماع ثنائية ورباعية التضاعف الصبغي. ولقد ظهر في الألف السابع قبل الميلاد. ويضم تحت الأنواع التالية:

أ - **Subsp. compactum**، وجد في تل رماد في سورية منذ (7000) سنة قبل الميلاد. واستزرع مروياً مع القمح **Emmer** في سهول ما بين النهرين وغرب إيران فيما بين الألفين السادس والخامس قبل الميلاد. وفي الألف الخامس قبل الميلاد ظهر في حوض المتوسط الأوسط والغربي. وزرعت الأشكال الكثيفة السنابل في وسط وغرب أوروبا في نهاية الألف الرابع قبل الميلاد، حيث وجد مع القمحين **Emmer** و **Einkorn**. ويمتاز هذا النوع بالعامل الوراثي (C) المحمول على الصبغي (2D) الذي يجعل السنبله منضغطة بشكل كبير .

ب - **Subsp. sphaerococcum** يزرع في الهند وأواسط آسيا وعرف في الهند منذ الألف الثالث قبل الميلاد. وهو قمح قزم يمتاز بالمقاومة العالية للرقاد والمحتوى العالي من البروتين في الحبوب وأوراقه منتصبه، حساس للأمراض الفطرية كالصدأ والبياض الدقيقي وغيرهما.

ج - **Subsp. spelta** : حبوبه مغطاة ، يمتاز بالنضج المبكر ، تتكسر السنابل بسهولة وانتاجيته منخفضة. زرعت في أواسط أوروبا منذ (2000) سنة قبل الميلاد. ويزرع حالياً في البيئات الحدية مثل الهضاب العليا في أواسط وغرب إيران إلى جانب تحت نوع القمح **T. turgidum subsp dicoccum** .

د - **Subsp. macha** : يمتاز بمقاومته لمرض الصدأ الأصفر ويعتبر أقل الأنواع السداسية انتشاراً. وهو قمح مغطى.

هـ - **Subsp. vavilovii** .

2 - **T. zhukovskyi** . **T**: يقوم بدور تربوي كبير في الأنواع السداسية، ويمثل بذلك الدور الذي يقوم به نوع القمح الرباعي **T. timopheevii** .

4 - الأجناس النجيلية القريبة من جنس القمح :

أولاً : *Aegilops* ويضم الانواع الواردة في الجدول (1) :

جدول (1) يضم الأجناس النجيلية القريبة من جنس القمح

Ae. speltoides -1

Ae. bicornis -2

Ae. lorentii -3

Ae. triuncialis -4

Ae. caudata -5

Ae. columnaris -6

Ae. comosa -7

Ae. crassa -8

Ae. cylindrica -9

Ae. juvenalis -10

Ae. variabilis -11

Ae. longissima -12

Ae. mutica -13

Ae. ovata -14

Ae. triastata -15

Ae. squarrosa -16

Ae. umbellulata -17

Ae. uniaristata -18

Ae. vavilovi -19

Ae. vantriosa -20

وتتمتاز نباتات جنس *Aegilops* بالمقاومة للأمراض وتستخدم بشكل أساسي لدراسة صبغيات القمح وتحديد أهميتها الوراثية.

ثانياً : جنس *Agropyron* ($2n=14$) يضم أنواعاً عديدة مقاومة للأمراض وتحمل الصقيع والجفاف وملوحة التربة وتتصالب بسهولة مع مختلف أنواع القمح.

ثالثاً : جنس *Haynaldia* ($2n=14$) تمتاز أنواعه بالمناعة التامة للأصداء والتحمل العالي للجفاف.

رابعاً : جنس *Elymus* ، يمتاز بعدد الحبوب الكبير في السنبل والنوعية العالية للجلوتين .

($2n = 14, 28, 42, 56$).

خامساً : *Secale cereale* ($2n = 14$).

وترجع أهمية القمح في الوطن العربي لتواجده طبيعياً بمراكز النشوء الأصلية، ولتطوره عبر الحضارات القديمة منذ العصر الحجري الحديث إلى أن تولى الإنسان تدجين القمح من بين عديد من المحاصيل الأخرى. لذلك فإن المنطقة العربية تزخر بالموارد الوراثية للقمح حيث أنها تغطي مراكز التنوع الوراثي التالية :

1. مركز التنوع الأساسي للقمح غرب آسيا أو الشرق الأوسط والذي يغطي العراق وسورية والأردن والسعودية واليمن وبقية أقطار الجزيرة العربية .

2. مركز التنوع الثانوي لليمن وجنوب الجزيرة العربية.

3. مركز التنوع الثانوي لبلدان شمال أفريقيا المتواجدة في صلب مركز النشوء الأساسي المتوسطي وهي ليبيا وتونس والجزائر والمغرب .

تعرضت الموارد الوراثية للقمح عبر التاريخ والتطور الحضاري إلى تدهور كبير بسبب ممارسات الإنسان. ومن أهم هذه الممارسات الحروب العديدة والاستغلال المفرط بقصد الاستزراع والبرامج الحديثة للتهجين وتطوير الإنتاج والتكثيف .

التوصيف الجزيئي للأصول الوراثية للقمح

سهلت تقنيات الواسمات الجزيئية التي استنبطت حديثاً والقائمة على تضخيم الحمض النووي المنقوص الأكسجين (DNA)، عملية توصيف الأصول الوراثية، وعززتها. فقد استُخدمت طريقتان محددتان جيداً، وهما واسمات الحمض النووي (DNA) العشوائية المضخمة المتعددة الأشكال (RAPD)، وتعدد أشكال طول كسرة الصبغي المضخمة (AFLP)، في التوصيف الجزيئي لمواد البنك الوراثي والعشائر الطبيعية للأقارب البرية للمحاصيل وأصناف المزارعين (الأصول المحلية). وقد تم تحليل عشائر من القمح البري هي:

Triticum urartu, *T. turgidum* subsp. *dicoc-coides* (= *T. dicoccoides*)

and *T. monococcum* subsp. *aegilopoides* (= *T. baeticum*)

تمت في سورية ولبنان، دراسة التنوع الوراثي بين العشائر وضمنها باستخدام البصمة الوراثية AFLP بطريقتي المعالجة بالكحول الميثيلي الحساسة وغير الحساسة. وقد وفّرت النتائج معلومات مفيدة عن النمط الجغرافي للتنوع الوراثي وتوزعه بين وضمن العشائر الطبيعية للأصول المحلية. وستساعد هذه المعرفة الجديدة على الوصول باستراتيجية الجمع والحفظ إلى الحد الأمثل.

أهداف تربية القمح :

اتجهت برامج تربية القمح منذ أواخر القرن الماضي نحو إيجاد طرز وراثية متأقلمة مع مدى واسع من الظروف البيئية (ذات مرونة بيئية واسعة) عالية الإنتاج تتحمل الإجهادات البيئية من حرارة وجفاف وصقيع ومقاومة للآفات، حبوبها تملك صفات الجودة التي تهتم المزارع والمصنّع والمستهلك.

1- الغلة من الحبوب:

تناولت العديد من الدراسات الوراثية صفة الغلة من الحبوب وأشارت معظمها إلى أنها صفة كمية معقدة تملك درجة توريث من منخفضة إلى متوسطة مع تأثرها الشديد بالبيئة، كما أشارت إلى خضوع صفة الغلة من الحبوب بشكل رئيسي للفعل الإضافي للمورثات مع نسبة ضئيلة جداً من التفوق والسيادة.

قرر مربو النبات على ضوء هذه النتائج تناول مكونات الغلة في برامجهم بدلاً من تناول صفة الغلة مباشرة، ومن الصفات التي لجأ إليها مربو النبات لتطوير الغلة من الحبوب عدد السنابل في وحدة المساحة، عدد السنابل في النبات، عدد الحبوب في السنبل، وزن الحبوب، والبعض تناول صفة معامل الحصاد (النسبة التي تمثل وزن الحبوب على وزن الحبوب مع القش) لعلاقته الوثيقة بالغلة من الحبوب.

أحرز مربو القمح خلال النصف الثاني من القرن الماضي زيادة سنوية في الغلة مقداره 0.74 ويعد إنتاج التراكيب الوراثية التي تتصف بثبات الأداء الإنتاجي تحت الظروف البيئية المختلفة أحد أهم وسائل استنباط الأصناف المتفوقة. أي يجب أن تتمتع هذه الأصناف بقدرة واسعة على التكيف أو التأقلم. وتبعاً لذلك يجب إجراء تجارب تقويم السلالات تحت ظروف زراعية وبيئية مختلفة .

ويرجح أن تكون كفاءة الانتخاب الهادفة إلى تحسين غلة الحبوب من أهم المسائل التي تكتنف عملية تربية وتحسين المحاصيل الذاتية التلقيح ومنها القمح. وتتبع لأجل هذا الغرض طرائق الانتخاب الفردي التي تعتمد على الانتخاب في الجيل الثاني واستبعاد النباتات السيئة، ويجب أن تزرع الأجيال الانعزالية بشكل يماثل الزراعة العادية. بناء على ذلك يجب إجراء تجارب تقييم الأصول الوراثية لتحديد غلة الحبوب الفعلية بدءاً من الجيل الثالث.

يمكن الوصول إلى الغلة العالية عبر المسالك الثلاثة الآتية:

1. تحسين القدرة الوراثية للإنتاج العالي من الحبوب.
2. تحسين قدرة الأصناف على التلاؤم مع الظروف البيئية المحيطة.

3. تحسين الأساليب والعمليات المحصولية المختلفة.

يشمل المسلك الأول والثاني عمليات التربية المختلفة. ويعني المسلك الأول زيادة القدرة الإنتاجية للسلاسل النقية عندما تكون الظروف الطبيعية للإنتاج كتوفر المياه والعناصر المعدنية ومكافحة الأمراض والحشرات والأعشاب ومقاومة الرقاد متوفرة ومتاحة. وهذا يمكن تحقيقه عبر النباتات القزمية نظرا لانخفاض حجم النمو الخضري وزيادة إنتاج الحبوب (دليل حصاد عالي).

ويتضمن المسلك الثاني عددا من العوامل التي تقلل من أثر معوقات الإنتاج الطبيعية. وأهم هذه العوامل: مقاومة الرقاد، موسم نمو ملائم، مقاومة الأمراض والحشرات، مقاومة أو تحمل الظروف البيئية غير الملائمة. ويبقى تحديد طول موسم النمو لمنطقة ما ضروريا وهاما للحصول على الإنتاجية القصوى وكذلك لزراعة أكثر من محصول في العام الواحد.

انتشرت الأقماح المكسيكية سريعا في العالم، وقد وصل إنتاجها في بعض المواقع الملائمة إلى أكثر من 8 طن/هكتار. ويعود السبب الأساسي في انتشار ونجاح زراعة الأصناف المكسيكية وجود مورثات قصر الساق المنحدرة بصورة رئيسية من الصنف norin10. وهناك مصادر أخرى لمورثات قصر الساق يمكن استغلالها في برامج التربية، وعندما توقفت غلة أصناف القمح قصيرة الساق عن التطور لجأ مربو النبات إلى زيادة الإنتاج بجمع أكبر عدد من الاضطرابات المثمرة في وحدة المساحة، وزيادة عدد الحبوب في السنبل الواحد ووزن الألف حبة. وبمقارنة مكونات الغلة بين القمح القاسي والقمح الطري نجد أن القمح القاسي يتميز بحبوبة الأثقل وزنا من القمح الطري لكنه أقل قدرة على الإشتاء في وحدة المساحة ويمكن أن يكون عدد الحبوب في السنبل أعلى من القمح القاسي ضمن ظروف بيئية معينة. إضافة لذلك يعتقد العديد من الباحثين أن القدرة الإنتاجية الكامنة للقمح القاسي ليست مختلفة جوهريا عن مثيلتها في القمح الطري. وبناء عليه فإن الفرصة متاحة أمام مربو القمح

لاستنباط أصناف من القمح القاسي قادرة على إعطاء غلة من الحبوب تعادل غلة الأصناف المتميزة من القمح الطري .
تتصف الأصناف الحديثة من القمح العالية الإنتاج بقصر الساق والتكبير النسبي في النضج وبعده من الموصفات المكملة الأخرى.

بدأت زراعة الأصناف العالية الإنتاج في بداية السبعينات في القطر العربي السوري، وتشكل الآن نصيباً وافراً من المساحة المزروعة بالقمح. وقد أدخل في ذلك الوقت مجموعة الأصناف سيتي سيروس ، اينيا 1 ، بيتيك 62 ليرمارخو 46 ، مكسيباك 65 ، بينجامو 62 ، من القمح الطري، كما أدخل تباعاً أصناف من القمح القاسي مثل جوري 69 ، و Gezira 17

وفي عام 1983 اعتمدت اللجنة الوطنية لاعتماد الأصناف صنف القمح الطري شام 2 وصنف القمح القاسي شام 1 بعد إجراء سلسلة من الاختبارات التكنولوجية والتجارب الحقلية على هذين الصنفين. وتم بعد هذا التاريخ اعتماد عدد كبير من الأصناف المتميزة.

2- النوعية:

تهتم معظم برامج التربية الحديثة بنوعية حبوب القمح، وبينت الدراسات الوراثية أن نوعية القمح صفة كمية معقدة، وأهداف التربية للصفات النوعية تتجه لجعل المنتج صالحاً للتجارة.

تختلف أهداف التربية للصفات النوعية للقمح الطري عن تلك الخاصة بالقمح القاسي. والحقيقة يوجد قرابة 32 اختباراً لتقييم جودة القمح الطري، وأخرى عديدة لتقييم القمح القاسي.

حققت برامج تربية القمح للصفات النوعية تقدماً كبيراً في السنوات الماضية، وشملت جوانب متعددة:

فالمزارع يهتم:

1. بنقاوة الحبوب ونظافتها وخلوها من بذور الأعشاب والشوائب والحبوب المكسورة والإصابات الفطرية والحشرية
2. جودة امتلاء الحبوب ليحصل على سعر عال لإنتاجه.

وتعتمد هذه الصفات على الصنف والخدمات الزراعية والظروف البيئية. ويهتم الطحان والخباز بصفات جودة الطحين والخبيز، وهذه تختلف باختلاف الأغراض التي سيعمل فيها القمح. فصناعة الخبز تتطلب أصناف القمح الصلبة hard wheats التي تتميز باحتوائها على نسبة مرتفعة من الجلوتين القوي ليتمص كمية كبيرة من الماء عند عجنه وينتج رغيفا كبير الحجم جيد البناء ، أما صناعة البسكويت والكعك والغريبة والفطائر فتتطلب أنواع القمح غير الصلبة أو الطرية soft wheats لأن دقيقتها حريري ناعم الملمس يصلح لهذا الغرض. ولا يصلح دقيق الأقماح الصلبة لخشونة ملمسه.ومن الصفات النوعية المحددة لنوعية الدقيق:

1. بنية الأندوسبيرم (البلورية)
2. حجم الحبوب واستواءها
3. نسبة غلاف الحبة
4. لون الأندوسبيرم ولون الحبوب

بينما تحتاج صناعة المعكرونة والسباغيتي إلى دقيق السميد المستخرج من الأقماح الصلبة. وبديهي أن صلاحية بعض أصناف القمح لاستعمال معين دون آخر يرجع إلى الاختلاف في صفاتها الفيزيائية والكيميائية. وأهم هذه الصفات ما يلي: نسبة البروتين، نسبة الرماد، القدرة على امتصاص الماء، درجة المطاطية elasticity، اللزوجة viscosity، مدة الخلط أو المزج mixing time... يساعد مربّي النبات في هذا المجال مخابر تكنولوجيا الحبوب لقياس صفات الدقيق والخبيز ليتسنى له انتخاب الطرز الوراثية ذات الصفات نوعية الجودة.

جرت العديد من المحاولات لزيادة تركيز البروتين واللايسين (حمض أميني) في حبوب القمح ولكن لم تلق هذه المحاولات نجاحات كبيرة بسبب انخفاض درجة توريث الصفتين.

ترتبط صفة نسبة البروتين سلبا مع الغلة من الحبوب، ومعظم الأصناف الحديثة مختلفة عن بعضها بصورة محدودة في نسبة البروتين، وقد استخدم الانتخاب المتكرر بنجاح لتطوير صفة نسبة البروتين في الحبوب.

ارتبطت صفة المحتوى العالي من البروتين مع نسبة منخفضة من اللايسين، وتباينت الأصناف الحديثة بصورة محدودة في هذه الصفة أيضا، وتميزت الأقماح الرباعية مثل: (*Triticum dicoccum* و *Triticum boeoticum* و *Triticum timopheevii*) بارتفاع محتواها من اللايسين قياسا لأنواع *Triticum* (*Triticum macha* و *turgidum*). مع الإشارة إلى وجود حالات ارتفعت فيها نسبة البروتين واللايسين معا.

وترتبط نوعية الدقيق إيجابيا مع قدرته على امتصاص الماء إلى جانب الشكل الإسفنجي للعجينة، ومن العوامل التي تحدد نوعية العجين:

1. النسبة بين الغلوتينين والجليادين : يسميان بروتينات التخزين (البرولامينات) يزداد اصطناع هذين المركبين في المراحل النهائية من امتلاء الحبوب، يعطي الغلوتينين المطاطية للعجينة، ويكسبها الجليادين اللزوجة

2. نوعية الغلوتينين والجليادين

3. الخصائص الكيميائية للنشاء.

يعد الغلوتينين والجليادين من أهم بروتينات الحبة، فعند إضافة الماء إلى الدقيق يتشربان الماء ويكونان مركبا غرويا الصفات يدعى الغلوتين، يربط الغلوتين المتناسك باقي مكونات الدقيق من نشاء وخميرة وملح معا ويحتجز الغاز الناتج عن فعل الخميرة مما يرفع العجينة مسببا انتفاخها.

تتدخل في تحديد نوعية الغلوتين كل من الحرارة، وظروف النتح في المراحل الحرجة من حياة النبات، والظروف البيئية في فترة النضج، التسميد العضوي والمعدني.

ومن الصفات النوعية الأخرى صفة وزن الهكتولتر، ترتبط هذه الصفة ببعض الصفات لنوعية الدقيق، وترتبط مع حجم الحبة، البلورية، شكل الحبة، بنية الأندوسبيرم.

3-التأقلم:

التربية للتأقلم من أولويات مربي النبات، ومعظم مربو النبات ينفذون تجارب التربية للتأقلم في المواقع التي ستتم زراعة الطرز المدروسة فيها. التأقلم صفة كمية معقدة، وأشارت الدراسات الوراثية وجود ثلاثة أنظمة من المورثات تؤثر في تأقلم القمح هي:

1. مورثات R_{ht} لخفض ارتفاع النبات (شبه القزمية)

2. مورثات P_{pd} الاستجابة للفترة الضوئية

3. مورثات V_{rn} الاستجابة للنمو الربيعي

استخدم Qualset (1987) هذه الأنظمة المورثية كمثال على الصفات الكمية الخاضعة للمورثات الرئيسية Major genes والمتميزة بعدد غير محدود من المورثات ذات الأثر البسيط.

مورثات R_{ht} شبه القزمية تؤثر بشكل كبير في التأقلم، وساهمت بصورة مماثلة في زيادة الغلة فالقمح شبه القزم أكثر كفاءة في توزيع منتجات التركيب الضوئي بين الحبوب والقش. لوحظ الصنف Norin10 في اليابان عام 1946 وكان مفيد ونافع في برامج التربية. نقل الصنف إلى الولايات المتحدة الأمريكية، وهجن هناك مع العديد من الأصناف الأمريكية، اتصفت الهجن الناتجة بوجود بعض المشاكل لكنها استخدمت لاستنباط عدد من السلالات القصيرة الساق. وصلت إلى مسامع مربي القمح الشهير Norman Borlaug أخبار الطراز الوراثية القصيرة الساق. وفي

عام 1955 أدخل الهجن Norin 10X Brevor إلى الأقماع المكسيكية وكان بداية نجاح العمل. وقد أدى إدخال مورثات الصنف Norin 10 إلى استنباط عدد من الأصناف المكسيكية القصيرة الساق من القمح الطري إضافة إلى صنف واحد من القمح القاسي .

يوجد على الأقل 2-3 مورثات رئيسية مستقلة لصفة الاستجابة لطول الفترة الضوئية Ppd تملك كل واحدة العديد من القرائن. وتسمح الحساسية لطول الفترة الضوئية للقمح أن يدخل في مرحلة التسنبل والنضج في ظروف النهار القصير. الطرز الوراثية المتباينة في Ppd و Vm يمكن أن تقدم تباينا كبيرا في موعد التسنبل الأعظمي للقمح بدءا من النهار القصير إلى النهار الطويل، وقد طور مربو النبات أصناف مختلفة من القمح للبيئات المختلفة باستخدام الاستراتيجيات التالية:

1. تطوير الأصناف لنظام بيئي زراعي محدد
2. تطوير الأصناف للتأقلم الواسع، أي تطوير أصناف من القمح تبدي نموا وإنتاجا حسنا ضمن العديد من البيئات الزراعية.

4- مقاومة الجفاف:

يعد الجفاف القاسم المشترك الأعظم لزراعة القمح في الوطن العربي حيث الزراعة مطرية في مناطق أمطارها قليلة الأمطار وسيئة التوزيع مما يجعل الإنتاج متذبذبا من عام لآخر.

تستغرق التربية التقليدية لتحمل الجفاف وقتاً طويلاً، وتتطلب عدداً كبيراً من مواقع الاختبار والمواسم لتحديد فيما إذا كان الطراز الوراثي متحملاً أم غير متحملاً للجفاف. فعلى المربي الاستمرار بممارسة الانتخاب لصفة تحمل الجفاف في مناطق بيئية عديدة وأن تنفذ اختبارات الغلة في البيئات المخصصة التي سيزرع بها

المحصول. كما يتحتم على المربين استخدام الأصناف المحلية المتأقلمة كأباء في برامج التربية هذه.

تتسم معظم مناطق زراعة القمح المعتمدة على مياه الأمطار، بقلّة الهطول المطري السنوي، وتذبذب الهطول المطري من سنة لأخرى، بالإضافة إلى سوء توزيع الأمطار خلال موسم النمو بما يتناسب مع حجم الاحتياج المائي خلال كل مرحلة من مراحل النمو، والأثرية في المناطق البعلية غالباً ما تكون سطحية ضحلة ومحجرة ولها قوام خشن وذات قدرة منخفضة على الاحتفاظ بالماء . كما أن إنتاجية هذه الأراضي منخفضة وكذلك محتواها من المادة العضوية .

ويمكن أن يؤدي الجفاف المترافق مع الحرارة المرتفعة إلى تغيير توقيت المراحل التطورية المختلفة، حيث يؤدي إلى تقصير طول مرحلة النمو الخضري مما يؤدي إلى تراجع مساحة المسطح الورقي الأخضر الفعال في عملية التمثيل الضوئي وتراكم المادة الجافة، وتقصير مرحلة النمو الثمري مما يؤثر سلباً في طول فترة الإزهار ونمو الحبة وامتلاء الحبوب فيتراجع عدد الحبوب المتشكلة نتيجة ازدياد نسبة الزهيرات العقيمة والمجهضة بسبب جفاف حبوب اللقاح، كما يتراجع وزن الحبة الواحدة (ييشكل حبوب ضامرة)، والمحصول غلة حبية منخفضة.

تتطلب محاصيل الأراضي الجافة كالقمح والشعير مجموعة معقدة من الاستراتيجيات الاستنباطية والفيزيولوجية المتفاعلة مع بعضها لبقاء هذه المحاصيل على قيد الحياة ونموها تحت ظروف إجهاد الرطوبة. ويمكن أن يواجه النبات الجفاف بأحد السبل الآتية:

1. الهروب من الجفاف
2. تجنب الجفاف
3. تحمل الجفاف

تعد آلية الهروب من الجفاف مهمة جداً في تخفيف تأثير الجفاف في غلة محاصيل الحبوب، وخاصة في البيئات ذات موسم النمو القصير.

ساهمت برامج التربية في تطوير أصناف عالية الإنتاج في الأراضي ذات الأمطار العالية أو المروية، لكن لم يبذل إلا القليل من الجهد والإمكانات في المناطق البيئية القليلة الأمطار (أقل من 300 مم).

لذا فالأصناف المحسنة والمرباة تحت ظروف البيئة المثلى لا تستطيع غالبا مقاومة الظروف المعاكسة التي تواجهها في البيئات المطرية. ولا يعرف بالضبط السبب الحيوي لهذا التفاعل بين التركيب الوراثي والظروف البيئية المحيطة.

تم حتى الآن إحراز تقدم كبير في إنتاج أصناف من القمح ملائمة للزراعة في المناطق المروية ذات الخصوبة العالية. تتميز هذه الأصناف بإنتاجيتها العالية وبمقاومتها للرقاد والأمراض والحشرات وباستجابتها العالية للأسمدة الآزوتية والري الغزير. غير أن هذا الوضع مختلف تماما في المناطق التي تعتمد على الأمطار، فعملية تحسين الأصناف في المناطق الجافة لم تكن مشجعة جدا ويعد الافتقار إلى مؤشرات مناسبة لتحديد الصنف المقاوم للجفاف عقبة رئيسية في التربية للطراز النباتي المرغوب في المناطق الجافة، فخلال العقود السابقة تم انتخاب السلالات المقاومة للجفاف ذات الإنتاجية العالية بالاعتماد على بعض المواصفات المورفولوجية والفيزيولوجية للأجزاء العلوية النامية فوق سطح التربة، حاليا وبهدف الوصول إلى طرز وراثية أفضل تحت ظروف الجفاف على المربي أن يركز على صفة المجموع الجذري القوي القادر على امتصاص الماء والعناصر المغذية في طبقات التربة العميقة.

إن ازدياد تعمق وتفرع المجموع الجذري يؤدي إلى زيادة قدرتها على امتصاص الرطوبة الأرضية وتناقص الإجهاد المائي.

وعلى الرغم من توفر المعلومات حول تأثير المجموع الجذري على كفاءة الطرز الوراثية تحت ظروف الجفاف إلا أن المعلومات المتوفرة حول التباين الوراثي والقدرة على التوافق وقوة الهجين لصفة المجموع الجذري المتطور جيدا في الطرز الوراثية المزروعة حاليا من القمح لا زالت قليلة وغير كافية ، كما لا تتوافر

المعلومات الكافية المتعلقة بوراثة تطور الجذور أو شكلها . وقد يعود السبب الأساسي إلى عدم توافر الأساليب والوسائل التقنية اللازمة لتنفيذ مثل تلك الدراسات، مع الإشارة إلى وجود اختلافات صنفية في طول الجذور الجنينية وعدد وتوزع الجذور العرضية أو الثانوية . ومن المحتمل أن عدد الجذور العرضية يرتبط مع القدرة على الإشتاء.

تحتاج تربية الأصناف المزروعة تحت ظروف المناطق المطرية إلى معلومات عن مدى أثر الجفاف على غلة الحبوب والصفات المرتبطة معها. ومن الضروري تحديد الصفات الشكلية والوظيفية الملائمة لمساعدة مربّي النبات على انتخاب السلالات المتحملة للضغط البيئي كالجفاف مثلا.

ويبدو أن أكثر التغيرات الشكلية وضوحا مع بداية الجفاف تتمثل بانخفاض طول حامل السنبله وبالتالي تدني ارتفاع النبات. وقد اكتشف بعض الباحثين أن غلة الحبوب ترتبط بطول النبات في البيئات التي لا يحتمل أن يكون فيها مشكلة رقاد، كما تبين أيضا وجود علاقات متبادلة بين ظهور البادرات ومعدل طول النبات وطول غمد البادرات (Allan et al.1986)

كما أظهرت دراسة أخرى أن الانتخاب الموجه بشكل أساسي لصفة طول حامل السنبله بالإضافة إلى صفة طول النبات والقدرة العالية على الإشتاء وطول غمد البادرات كان لها أثر ايجابي في عزل التراكيب الوراثية الجيدة تحت ظروف الجفاف (نشيط و جراح, 1986)

وقد اتسمت الطرز الوراثية المتميزة بمقاومة الجفاف بانخفاض في طول النبات وطول حامل السنبله وعدد الإشتاءات المثمرة. ويتحكم بكل من ارتفاع النبات وارتفاع حامل السنبله عدد ضئيل من المورثات، ويتسمان بقدرة توريث عالية مما يجعل منهما مؤشرين هامين لانتخاب السلالات المتحملة لظروف الجفاف.

يعتقد أن طول غمد البادرة ذا أهمية قصوى للحصول على أعلى إنتاجية تحت ظروف البيئات الجافة، وأن أصناف القمح المنتخبة لغمد البادرة الطويل هي أسرع ظهورا في

الزراعة الخريفية المبكرة مما يضمن تجانساً نباتياً أفضل. ويدل الارتباط الموجود بين كل من ارتفاع النبات وطول حامل السنبله وطول غمد البادرة من جهة وغلة الحبوب من جهة أخرى على أن هذه الصفات يمكن اعتبارها مؤشرات مرغوبة يعتمد عليها مربو النبات أثناء إجراء الانتخاب في الأجيال الانعزالية وغيرها من الطرز الوراثية لصفة المقاومة للجفاف.

أتاح استنباط الأصناف القصيرة الساق استخدام معدلات عالية من الأسمدة ومياه الري دون الخوف من حدوث الرقاد . وكان ذلك تقدماً مفاجئاً في المعرفة جعل من الممكن استمرار الزراعة والإنتاج بالاعتماد على الموارد العالية. ومع ذلك تمنع ظروف الإمطار المحدودة هذه الأصناف من التعبير عن طاقتها الإنتاجية الكامنة. إضافة لذلك فإن لصفة قصر الساق عدداً من التأثيرات السلبية على أنظمة إدارة ورعاية الحبوب ذات الموارد المحدودة، حيث تتصف هذه الأصناف بقصر غمد الريشة coleoptile وما لذلك من أثر على حدوث انخفاض في معدل ظهور البادرات و الكثافة النباتية خصوصاً عند زراعة البذور على أعماق بعيدة نسبياً، يسبب قصر النبات والأوراق المنتصبه انخفاض المنافسة مع الأعشاب وبالتالي زيادة الحاجة لمبيدات الأعشاب التي قد لا تتوافر لدى الزراعيين. وقد ينخفض أيضاً طول النبات في الأصناف القصيرة بدرجة كبيرة تحت ظروف الأمطار المنخفضة بحيث يصبح الحصاد الآلي للمحصول صعباً ويزداد فقد وضياع الحبوب.

ومن المعتقد أن الظروف البيئية المعاكسة السائدة في مناطق الزراعة المطرية متنوعة ومعقدة. لذا يجب تركيز الجهود البحثية على تطوير طرائق انتخاب سريعة وغير مكلفة لتحديد الأشكال الوراثية المقاومة. وفي واقع الأمر فإن تطوير هذه الطرائق يجب أن يكون إحدى السمات الأساسية والهامة لأبحاث التربية (Boyer, 1982). فقد جمع برنامج تحسين القمح القاسي المشترك مابين إيكاردا/سيميت بين استخدام واسمات جزيئية واستثمار الأقارب البرية للجنس *Triticum* خلال البحوث التي يجريها حول تحمل الجفاف، فقد تم ربط الغلة الحبية، ومكونات الغلة، والصفات

الفيزيولوجية التي تشير إلى الاستجابة للإجهاد مؤخراً مع واسمات جزيئية معنية. ويمكن استخدامها في الانتخاب بمساعدة الواسمات، الأمر الذي يسرّع بشكل كبير من عملية استنباط أصناف متحملة للجفاف وتتبع وجود صفات يصعب تحديدها مظهرها. وأظهرت البحوث أن الواسمتين 395CDO و 1661BCD مرتبطتان بغلة حبية مرتفعة، وتعديل حلولي، ودرجة حرارة الغطاء النباتي، وتنشيط الكلوروفيل. علاوة على ذلك، وجد ارتباط إيجابي مابين الغلة الحبية، ومكونات الغلة، وتمييز نظير الكربون (CID) (CID) الذي يشير إلى كفاءة استعمال المياه). وتعتبر الغلبة لكفاءة استعمال المياه مفيدة لاسيما عند انتخاب أصناف للتكيف مع بيئات جافة. وكان ارتباط CID مع الغلة الحبية مماثلاً لارتباط عدد الأشطاء الخصبة وعدد حبات السنبل مع الغلة الحبية. كما أبدت الواسمات الجزيئية التي ارتبطت مع الغلة الحبية ارتباطاً مع CID. يتكون طراز النبات المثالي من القمح للزراعة في المناطق المطرية كما وصفه (Donald,1968) من نبات ذي ساق واحدة صلبة، قصيرة مع عدد محدود نسبياً من الأوراق الصغيرة المنتصبة، وسنابل كبيرة الحجم، قائمة ومسفاة. ومن ناحية أخرى ذكر (Mahabal Ram,1985) أن الطراز الأمثل من القمح المتحمل للجفاف يجب أن يتميز بمجموع جذري متعمق وسبع أوراق أفقية مرتبة وعدد كبير من السنبيلات الممتلئة جيداً بالحبوب في السنبل. وأشار Levett (1972) إلى أن الصنف المقاوم للجفاف يملك جذوراً ذات ضغط أسموزي عال وخلاياها قليلة الماء الغروي، كما أن هنالك أصنافاً تتميز جذورها بنشاط كبير في امتصاص الماء وترك الثغور مفتوحة بصرف النظر عن عمليات النتح في النبات.

وللصنف المقاوم أوراق ذات ثغور تنفسية صغيرة وطبقة قشرية سميكة وخلايا بشرة صغيرة، مع وجود السفا الذي يقوم بعملية التمثيل الضوئي في الوقت الذي تكون فيه الأوراق عاجزة عن ذلك لشدة الجفاف.

يتوافر أمام المربي فرصة استخدام عدد من الطرق القياسية لتحديد القدرة الإنتاجية الكامنة في الأصول الوراثية المتاحة لديه. ويمكن دراسة العلاقات القائمة بين غلة الحبوب والصفات الإنتاجية والشكلية الأخرى باتباع بعض الأساليب الإحصائية

كالانحدار المركب multiple regression. وقد تكشف هذه المعالجة الإحصائية عن معلومات هامة حول مجموعة العوامل المستقلة المؤثرة في العملية الإنتاجية ومدى تأثير كل منها.

5- مقاومة الرقاد:

تعد صفة المقاومة للرقاد من الصفات الهامة خاصة في الزراعة المروية للقمح، ونتيجة الرقاد يتم سقوط النبات على الأرض وفقد كبير في المحصول إذا كانت نسبة النباتات الراقدة كبيرة، وتعود أسباب الرقاد إلى عوامل وراثية وأخرى بيئية (رطوبة عالية، رياح عاصفة، تربة سطحية غير عميقة، هطول الأمطار في موسم النضج، الإسراف في استعمال الأسمدة...) وللرقاد ثلاثة أنواع:

1. رقاد جذري: سببه ضعف المجموع الجذري أو عدم تعمقه في التربة ويعرف برقاد النباتات بكاملها على سطح الأرض، وتكون الخسارة في المحصول كبيرة في هذا النوع الرقاد لأن وجود النباتات على الأرض يجعلها عرضة للرطوبة والحرارة والحشرات وانتشار الأمراض.
2. رقاد ساقى: يتم بانحناء الساق من مستوى إحدى السلاميات السفلى وسببه ضعف الساق وعدم قدرتها على حمل السنبل.
3. رقاد عقدي: وهو أقل انتشارا في القمح منه في الشعير، ويتم الرقاد من العقد العليا للساق.

بذلت محاولات عديدة لتحديد العوامل الرئيسية المسببة للرقاد في عدد كبير من المحاصيل وتبين أهمية صفة صلابة الساق، وثخانتها في مقاومة النبات للرقاد. وأشارت الدراسات الوراثية إلى سيطرة نظام المورثات المتعدد multiple genes على صفة صلابة الساق وهي سائدة سيادة جزئية، وتبين أن صفة ثخانة الساق أو قطر الساق تتأثر بكافة الصبغيات ماعدا 7D, 7A, 3D, 3B, 3A, 2D وكلا من صفة قطر الساق وثخانة جدار الساق من الصفات الدالة على مقاومة الرقاد .

تسبب الرياح أضرارا جسمية لمحاصيل الحبوب نتيجة الرقاد للنباتات بشكل خاص تحت ظروف الرزاعة المتطورة. وتقدر الأضرار الناجمة عن الرقاد بحوالي 15%، وقد ترتفع في بعض الحالات الحادة أكثر من 50%. وبينت نتائج الدراسات المعمقة لهذه الصفة أن الرقاد ينجم وبشكل أساسي من اختلال التوازن بين المجموع الجذري وأجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة. واقتراح (Malkani and vaida, 1956) ثلاثة مؤشرات تستخدم لتحديد درجة حدوث الرقاد

1. نسبة عدد الاضطرابات إلى الجذور.
 2. القوة اللازمة لكسر الساق إلى وزن الساق الرئيس.
 3. قوة الكسر إلى ارتفاع النبات.
- نستنتج مما تقدم أن نباتات محاصيل الحبوب ذات المقاومة الجيدة للرقاد يجب أن تمتلك مجموعا جذريا جيد النمو والتطور وأن تكون النبات ذا طبيعة متقزمة وساق قوية (قصيرة وغلظية). وقد جرت محاولات عديدة لجمع هذه الصفات المرغوبة في طراز وراثي واحد.

6- مقاومة الآفات:

انخفاض الغلة أو الكتلة الحيوية للنبات من أكثر الأضرار الحيوية التي تسببها الآفات. يصاب القمح بأكثر من 50 مرضا، والمرض هو أي خلل أو اضطراب في سير العمليات الحيوية في النبات نتيجة دخول كائن غريب (فطر - بكتريا - فيروس) في نسيج النبات أو نتيجة حدوث تغير في الظروف البيئية المحيطة والتي لها تأثير على النمو الطبيعي للنبات، وينعكس ذلك كله على المنتج الاقتصادي سواء من ناحية الكمية أو الجودة. دلت الدراسات الوراثية التي نفذت على مقاومة الأمراض أنها تتبع نفس المبادئ العامة لوراثة الصفات الظاهرية والخواص الفيزيولوجية للنبات. ومن جهة أخرى يتوجب على الباحثين دراسة كل من العائل والممرض، فكلاهما يحتوي على اختلافات وراثية ونظام وراثي يحدد طبيعة العلاقة

والتفاعل بينهما. لذا يجب إعطاء الممرض الاهتمام الخاص وإجراء الدراسات الوراثية عليه كما في العائل. بدأت الدراسات الأولى حول مقاومة الأمراض من ملاحظة أن الأصناف المزروعة عاما بعد عام لا تستمر بالاحتفاظ بدرجة مقاومتها في كافة المواقع البيئية. ومن هنا تأكد الباحثون أن لدى المسبب المرضي القدرة على إنتاج سلالات فيزيولوجية جديدة (معظم الفطريات المتطفلة لديها هذه القدرة). ومن الضروري توفر المعلومات الكافية حول انتشار الممرض لمتابعة التغيرات الحاصلة في السلالات الفيزيولوجية له. وتحدث هذه الاختلافات كنتيجة للحرارة وسواها من العوامل المناخية ومن خلال التهجين والطفرات وأشكال التكاثر للمسبب المرضي.

ونظرا لأن التعبير عن صفة المقاومة يعتمد بشكل أساسي على التفاعل بين المورثات ضمن ظروف بيئية معينة فإن الحاجة لبعض البيئات المعينة لتحديد بعض التفاعلات النباتية وردود فعل النبات ضرورية وملحة .
وتقسم الأمراض التي تصيب القمح تبعا لأهميتها إلى:
أمراض تحتل المرتبة الأولى:

1- أمراض الصدأ

1. صدأ الأوراق
2. صدأ الساق
3. الصدأ الأصفر (المخطط)

2- التفحم السائب

- 3- البياض الدقيقي
- 4- التقزم والإصفرار الفيروسي

أمراض تحتل المرتبة الثانية

1. البياض الزغبي
2. أعفان الجذور
3. التبقع الإلترناري للأوراق والسنابل

4. ظاهرة الميلائيزم (لفحة السنابل الكاذبة)

5. تبقع الاوراق الفيزيولوجي

6. النكرزة الوراثية

7. تأثير الصقيع

سنستعرض أهم هذه الأمراض:

أمراض الصدأ في القمح

قد تتعرض نباتات القمح إلى هجوم تشنه أمراض عديدة، إلا أن استنباط ونشر أصناف مقاومة نجح في الحدّ من نقشي الأوبئة على المستوى العالمي. بيد أن الظروف تتغير، وتتطور الممرضات على نحو متواصل مسفرة - أحياناً - عن عواقب وخيمة ومدمرة. وتسبب مجموعة من ممرضات القمح قلقاً خاصاً، وتتمثل في الفطور المسببة للصدأ. وقد تكون خسائر المحصول نتيجة الصدأ مرتفعة بحيث تصل إلى 70% ، تاركة كمية متواضعة للمزارع، في حين تكون الحبوب منكشّة ورديئة النوعية.

وثمة ثلاثة أمراض للصدأ تصيب القمح: صدأ الساق، والأوراق، والمخطط الأصفر، التي يسببها أنواع مختلفة من فطر *Puccinia* فصدأ الساق يسببه فطر *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*؛ بينما صدأ الأوراق فيسببه الفطر *P. tritricina* أما الصدأ المخطط فسببه فطر *P. striiformis* وكل من هذه الفطور يمكن أن يحدث بأشكال (سلالات) كثيرة تتباين في العداوة والشراسة والقدرة على الإصابة . وقد تتطور سلالات جديدة-كما ذكرنا- بسبب الطفرات أو التزاوج بين سلالات مختلفة ضمن المجموعة الواحدة من الصدأ .

وقد تنتشر السلالات الموجودة بشكل أسرع، أو تصبح أكثر شراسة عند تغير الظروف البيئية وبالتالي، فإن المورثات النوعية التي تمنح المقاومة قد تفقد فعاليتها. ففي الثمانينات من القرن المنصرم، تغلبت سلالة ممرضة جديدة في منطقة CWANA على مورثة Yr9 التي تعتبر مصدراً رئيساً لمقاومة الصدأ المخطط،

تمخضت عن إصابة وبائية سببت خسائر بملايين الدولارات. وفي جنوبي آسيا، تم التغلب على Yr27 ، المورثة المهمة لمقاومة الصدأ المخطط، من قبل سلالة شرسة للصدأ المخطط وهي في طور الانتشار الآن. إن مقاومة الصدأ المخطط يعد مكوناً مهماً في برنامج تربية القمح في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) الذي يسعى بشكل خاص لإيجاد مقاومة مديدة . ويتم كل عام غريلة ما يربو على 15000 مدخل قمح ضمن ظروف أوبئة محلية توجد اصطناعياً، وذلك بهدف تحديد مصادر محتملة للمقاومة لسلالات ممرضة مختلفة وضمن ظروف متباينة. وكنتيجة لهذه الجهود، تم اعتماد أصناف جديدة مقاومة للصدأ المخطط في كل بلد تقريباً من آسيا الوسطى والقوقاز. إلا أن أحد المشكلات تتمثل في أن عشائر الصدأ المخطط تصبح أفضل تكيفاً مع درجات الحرارة الأعلى أي تصبح بعض الأصناف المقاومة حساسة، حيث أضحى الصدأ المخطط الذي كان يقتصر فيما مضى على القمح الطري، يشاهد على القمح القاسي أيضاً.

والأعراض العامة لهذه الأمراض هي ظهور بثرات مائلة للاحمرار دائرية أو مستطيلة على الأوراق والسيقان والسنابل والقنابح الزهرية ويتحول لونها في نهاية الموسم إلى الأسود، وتتحقق المكافحة الأفضل بزراعة أصناف مقاومة.

أما التهديد الأكبر فيتمثل في صدأ الساق. يشكل Ug99 طرازاً حيوياً جديداً لمرض صدأ الساق تم تحديده أول مرة في أوغندا، وانتشر من كينيا إلى إثيوبيا واليمن والسودان وإيران. ومن المتوقع للأبواغ المنتقلة عبر الرياح أن تنتشر إلى مسافات أبعد لتصل إلى جنوبي آسيا، وربما إلى أوروبا والقارة الأمريكية، وقد حققت الأبحاث العلمية تقدماً كبيراً في التغلب على هذا المرض من خلال:

1. فهم العلاقة بين المسبب المرضي والنبات العائل ، وفهم الآلية الوراثية والفيزيولوجية للمقاومة.
2. التعرف على السلالات الفيزيولوجية للمسبب المرضي
3. التعرف على فيزيولوجية العامل المسبب بشكل جيد

4. استنباط عدد كبير من أصناف القمح المقاومة لمرض صدأ الساق وذلك باستخدام التهجين (القريب والبعيد) كطريقة أساسية. وتعد الأنواع *Triticum timopheevii* و *Triticum boeoticum* و *Triticum araraticum* مصدرا هاما لصفة المقاومة لمرض صدأ الساق. وقد أجريت التهجينات بين هذه الأقماح وقمح الخبز الحساس للإصابة، لكن مشكلة العقم وارتباط صفة المقاومة مع صفات نباتية غير مرغوبة كانت أهم العقبات الأساسية التي واجهت مربّي النبات .

تحدد السلالات الفيزيولوجية للمرض بناء على تفاعلها في طور البادرة مع مجموعة منتقاة من أصناف القمح تدعى بالأصناف المفرقة Differentiating varieties، لهذا نفذت العديد من الدراسات الوراثية تناولت رد فعل النبات العائل في طور البادرة من خلال استخدام مجموعة من سلالات الممرض. تدل بعض الدراسات التي أجريت على البادرات أن عاملا وراثيا واحدا يتحكم بصفة المقاومة النباتية تجاه سلالة إلى عشرين سلالة فيزيولوجية. بينما تؤكد دراسات أخرى أن صفة المقاومة يتحكم بها عاملين أو ثلاثة عوامل وراثية أو نظام الوراثة الكمية، وأن نظام المقاومة في طور النبات الكامل قد يختلف عن نظام المقاومة في طور البادرة .

ويمكن أن تكون صفة المقاومة سائدة أو متنحية، والأكثر شيوعا هو السيادة أو السيادة الجزئية. ويتباين تفاعل العائل الوراثي من المناعة وحتى الحساسية البالغة للإصابة .

وقد تم تحديد ما لا يقل عن 14 زوجا من المورثات التي تتحكم بصفة المقاومة لسلالات فيزيولوجية مختلفة. يبين الجدول (3) التركيب الوراثي لصفة المقاومة في طور النبات الكامل، وبعض أصناف القمح المشهورة بمقاومتها لمرض صدأ الساق الأسود .

جدول (3) بعض أصناف القمح المشهورة بمقاومتها لمرض صدأ الساق الأسود .

الصنف	مورث المقاومة	الصبغي
Kenrad	Sr	6D
Kenya 318	Sr6	2D
Kenya 123	Sr6	2D
Kenya N.B.263	Sr6	2D
Kenya 341	Sr6	2D
Kentana 52	Sr6	4B Sr7 2D
Magnif G	Sr8	2B Sr9 2D
Frontan	Sr8	2B Sr9 6A
Nio negro	Sr8	2B Sr9 6A
Sabporo	Sr7	4B
No.466	Sr6	2B Sr10 Sr9 2D
p.l.60599	Sr7	2B Sr10 Sr9 4B
Gabo	Sr11	6B
Marguis	Sr12	3B
Khapestein	Sr7	Sr14 Sr13 4B

تحم كل الصبغيات تقريبا المورثات المسؤولة عن المقاومة ما عدا الصبغي 1B و 7B. ويعتقد الباحثون أن عدد مواقع المورثات يبدو ضئيلا مقارنة بعدد المورثات المسؤولة عن قدرة الممرض على إحداث الإصابة ولهذا لم يتم حتى الآن تحديد العلاقات المتبادلة بين مورثات العائل الممرض بشكل محدد وواضح في دراسات صدأ الساق الأسود في القمح.

تشكل الأمراض وبشكل خاص أمراض الصدأ عاملا رئيسيا في عدم استقرار إنتاج محصول القمح. ويوجد في القمح ما يقرب من 35 موقعا وراثيا تتفاعل مع مرض صدأ الساق الأسود وعددا مماثلا يتفاعل مع مرض صدأ الأوراق، تعود أصول

معظم المورثات التي تم تحديدها بأنها فعالة للأصناف الطويلة الساق ذات الحبوب الحمراء والمتأخرة في النضج والتي تحمل صفات زراعية سيئة، وهي تنتمي للقمح الطري. لذا فإن عملية جمع الصفات الإنتاجية الجيدة مع صفة المقاومة لصدأ الساق أو الأوراق تعد من الأمور الصعبة . ويتم تحقيق ذلك من خلال برنامج التهجين الرجعي والانتخاب.

ويمكن الاعتماد على النوع النجيلي *Ae.squarrosa var meyeri* للحصول على المورث r21 المقاومة لصدأ الأوراق . كما يمكن الحصول على مورثات المقاومة لمرض صدا الساق مثل sr12 من حشيشة القمح الطويلة *agropyron elongatum*

ولا يزال مربو النباتات في العالم مستمرين في العمل على مقاومة الصدأ المخطط منذ ما يزيد عن نصف قرن. وبالرغم من وجود عدد من الأصناف المقاومة لهذا المرض غير أن المعلومات المتوفرة عن وراثة المقاومة لهذا المرض لا تزال غير كافية . ومن الممكن أن تكون صفة المقاومة محكومة بمورث واحد أو اثنين أو ثلاثة أو أربعة مورثات . وفي إحدى الدراسات عزيت المقاومة للأثر التجميعي للمورثات.

وقد دفعت الإصابات الوبائية بالصدأ الأصفر مؤخراً كلاً من إيكاردا والعلماء الوطنيين إلى تكثيف جهودهم لاستنباط أصناف مقاومة.

وقد نُفذت عمليات غربلة حقلية وأخرى في الدفيئات لأصول وراثية للقمحين الشتوي والاختياري استحصل عليها من إيكاردا وجامعة كولورادو الحكومية ، وأسفرت عن تحديد مصدرين للمقاومة في عشائر منحدر من خمسة أصناف متكيفة. وفي عام 2001، تم تقويم خمس عشائر من الجيل الرابع F4 ناتجة عن هذه التهجينات تحت ظروف العدوى الصناعية في الحقل بمنطقة تل حديا.

أما بالنسبة لصفة المقاومة لصدأ الأوراق فهي سائدة ويتحكم بها عامل واحد أو اثنين . وتحتوي أكثر من نصف صبغيات القمح على مورثات المقاومة لصدأ الأوراق (L r) .

أمراض التفحم فى القمح

التفحم السائب المسبب *Ustilago tritici*

تحدث الإصابة على جميع أجزاء السنبله حيث تتكون بثرات تفحمية مكان الحبوب والأغلفة الزهرية. تحاط البثرة التفحمية بغشاء رقيق من أنسجة العائل يتمزق عند خروج السنبله من غمدها كاشفاً عن كتلة مسحوقية سوداء من الجراثيم . قد تصاب بعض السنابل جزئياً فلا تظهر بثرات تفحمية على الجزء السفلى منها. عند انتشار الجراثيم تبقى محاور السنابل المصابة عارية وعليها بقايا الجراثيم ، ولا تشاهد أعراض على النباتات المصابة قبل طرد السنابل.

تصاب نباتات القمح نتيجة زراعة حبوب تحتوى على ميسليوم الفطر. عند زراعته الحبوب المحتوية على ميسليوم الفطر، ينشط الميسليوم الساكن ويلزم القمة النامية لينمو جهازياً حتى مرحلة الإزهار، عندئذ يغزو ميسليوم الفطر كل أجزاء السنبله، ثم يتحول تدريجياً إلى جراثيم كلاميدية أو تيليتية. عند خروج السنابل المصابة من أغمارها تتحرر الجراثيم الكلاميدية وتحمل بواسطة الهواء إلى الأزهار. تنبت الجراثيم الكلاميدية على مياسم الأزهار وتكون ميسليوم أولى والذي ينتج منه أربع هيفات أحادية النواة يتكون منها ميسليوم ثنائي الأنوية يحدث الإصابة على ميسم الزهرة الريشي، و ربما من خلال جدار المبيض. تكون الأزهار قابلة للإصابة من وقت تفتحها إلى مرحلة التلقيح (15 يوم)، وبعدها تقل فرصة حدوث الإصابة بدرجة كبيرة. عندما يصل الميسليوم الى الجنين أو محور الجنين أو القصعة يكمن إلى موسم النمو التالي. يكون النبات قابلاً للإصابة وقت نضج الأزهار ويساعد جفاف الجو خلال مرحلة التلقيح على انفراج القنابع والعصافات فتدخل الجراثيم الكلاميدية المحمولة بالهواء، بينما تؤدي زيادة الرطوبة إلى عدم انفتاحها فتقل فرص حدوث الإصابة. يكافح المرض بزراعة الأصناف المقاومة إن وجدت.

تعد الأقماح القاسية أعلى مقاومة لهذا المرض من الاقماح الأخرى . ويعد النوع *T. compactum* أكثر الأنواع حساسية للإصابة بمرض التفحم السائب. ومن بين

الدراسات الوراثية القليلة التي نفذت على صفة المقاومة تبين أن هناك مورث أو اثنين أو ثلاثة مورثات تتحكم بصفة المقاومة.

التفحم المغطى:

يصعب التعرف على النباتات المصابة بالتفحم المغطى قبل طرد السنابل . النباتات المصابة تكون متقرمة وذات لون أخضر داكن أو رمادي. تظهر الأعراض المميزة للمرض عند خروج السنابل، النباتات المصابة تحمل عددا أقل من السنابل، و تكون السنابل أصغر حجما، و داكنة اللون، و تكون قنابعتها منفرجة للخارج ، فتبدو السنبله أعرض من السليمة. وتكون الحبة منكورة إلى حد ما، لذا يطلق عليها اسم الكرات الجرثومية، ويكون لونها مائلا إلى الرمادي. وعند الضغط على الحبة بالأصابع تظهر الجراثيم بلونها البني المسود، كما تكون ذات رائحة كريهة لذا يسمى بالتفحم النتن. ويلاحظ في النباتات المصابة زيادة حجم المبيض، واختزال طول الأسدية، و يكون المتك أكثر اصفرارا. يلاحظ كذلك على النباتات المصابة نقص نمو المجموع الجذري ، كما تكون النباتات المصابة أكثر قابلية للإصابة بالصدأ المخطط .

اعتبر التفحم المغطى في وقت ما أحد العوامل المحددة لإنتاج القمح في بقع متفرقة من العالم . ويتحكم بصفة المقاومة لمرض التفحم خمسة عوامل وراثية هي H, M, X, R, T توجد جميعها في مجموعة ارتباطية واحدة . وتدل دراسات التضاعف اللاحقي على أن المورثات M المنحدر من الصنف Martin يتوضع على الصبغي 2B ، بينما تتوضع المورثات الأخرى على الصبغي 1B والصبغي 3B. يبين

الجدول (4) التركيب الوراثي للأصناف المقاومة لمرض التفحم المغطى في القمح
الجدول (4) التركيب الوراثي للأصناف المقاومة لمرض التفحم المغطى في القمح .

الصنف	مورثات المقاومة	الصنف	مورثات المقاومة
Martin	MMhhtt	Hussar	MMHtt
White Odesa	MMhhtt	Sel.1418and1404	mmHHtt
Banner	MMhhtt	Turkey1558	mmhhTT

			Berkeley
mmhhTT	Turkey 3055	MMhhtt	Odesa
mmhhTT	Oro	MMhhtt	Sherman

ومن الأمراض الأخرى:

مرض البياض الدقيقي

مرض خطير عند اشتداد الإصابة، إلا أن ظروف زراعة القمح في سورية والوطن العربي لا تسمح بحدوث إصابات شديدة وخطيرة، حيث إن انتشار المرض يتطلب جوا معتدلا رطبا وأراضي خصبة غنية بالآزوت.

يتميز البياض الدقيقي بظهور بقع صغيرة دقيقة المظهر (طحينية) على الأوراق ثم تنتسح هذه البقع وتغطي معظم سطح الورقة فتصفّر وتذبل، والمكافحة تكون بالمبيدات الكيماوية المناسبة إذا لزم الأمر. تظهر المقاومة لهذا المرض بفعل مورث واحد أو اثنين أو أكثر من ذلك. وصفة المقاومة في بعض الهجن سائد لكنها متتاحة في الأصناف المتوسطة المقاوم . وتتوضع مورثات المقاومة على الصبغيات: 7A, 2B, 1 A, (M1u, M 1t).

الاسمرار أو السفحة الحقلية Scald

يعد القمح الطري أعلى مقاومة لهذا المرض من القمح القاسي. وتدل دراسة أجريت في اليابان على أن صفة المقاومة لهذا المرض يتحكم بها ثلاثة مورثات هي A, B, C، ويتفوق A على B بينما يتفوق B على C .

النكرزة الوراثية

وهي عبارة عن بقع مختزلة اللون تنتشر على نصل الورقة وغير مصحوبة بأي أعراض مرضية (تتشابه بدرجة كبيرة مع درجة المقاومة العالية التي تظهرها بعض الأصناف ضد أمراض الصدأ) وهي ترجع بالدرجة الأولى إلى التركيب الوراثي للصنف، وهي صفة غير مرغوبة لتأثيرها على اختزال مادة الكلوروفيل. تنتزع المورثات المسؤولة عن ظاهرة النكروز في القمح وتشكل معضلة حقيقية أمام مربّي القمح في العالم .

ومن المؤكد أن عاملين وراثيين مكملين سائدين Ne1, Ne2 يتحكمان بوراثة هذه الصفة ويتوضعان على الصبغيين 5B , 2B على التوالي. أما بالنسبة لاصفرار الأوراق وخلوها من اليخضور فيبدو أن هناك عاملاً وراثياً واحداً سائداً سيادة جزئية يتحكم بهذه الصفة.

دبور الحنطة المنشاوي Sawfly :

الحشرة الكاملة أسطوانية الشكل، تحفر يرقاتها في الساق وتتلف الأنسجة الداخلية، ولا يتكون الحب في السنبله وتظهر السنابل بيضاء ولا يبقى من الساق إلا نسيج رقيق من الجدار الخارجي فينكسر الساق خصوصا عند هبوب الرياح. تعد صفة الساق المصمتة الصفة الظاهرية المعروفة في القمح والتي ترتبط بصفة المقاومة لدبور الحنطة المنشاوي . ومع هذا تتباين مقاومة الأصناف ذات السوق المصمتة لهذه الحشرة. وقد درست صفة السوق المصمتة كدليل على المقاومة ، ويمكن أن يتحكم بوراثة هذه الصفة مورث واحد أو مورثات مكملة أو المورثات المتعددة .

اكتشفت المقاومة لدبور الحنطة المنشاري في عدد من أصناف القمح في العالم. ويعتمد في الوقت الحاضر على الصنف Fortuna وهو من أصناف قمح الخبز في نقل صفة المقاومة للطرز والتراكيب الوراثية الأخرى. Mt-777-ci 994 Fortuna هي سلالة منحدره من الصنف Fortuna تتصف بالمقاومة العالية لدبور الحنطة المنشاري بالمقارنة مع الأصناف والسلالات الأخرى الحساسة للإصابة.

طرائق تربية القمح

يُعدّ التوافر السهل لبذور الأصناف المحسّنة ذات النوعية الجيدة بمثابة المفتاح لزيادة الإنتاج الغذائي .

تُوظَّف الأساليب التقليدية للتربية وتقنيات التكنولوجيا الحيوية على حد سواء من أجل استنباط أصولٍ وراثية محسّنة. وتتمثّل الاستراتيجية في إنتاج أصناف جديدة متكيفة بشكل جيد مع العديد من البيئات ذات إنتاجية عالية ومستقرة ونوعية جيدة. استخدم بشكل خاص لتحسين القمح الطرز الوراثية المحلية (Landraces)، حيث تم الانتخاب ضمنها ثم نفذت عمليات التهجين بين المنتخبات وتم الانتخاب ضمن النسل الهجين وفق هدف مربّي النبات (غلة عالية، باكورية، نوعية، نسبة بروتين...). يعد التهجين الصفة المشتركة بين معظم طرق تربية القمح كالنسب والتجميع والتهجين الرجعي والانتخاب المتكرر وطريقة البذرة الواحدة وغيرها من الطرق. ومن أهم طرق تربية القمح:

أولاً - انتخاب السلالة النقية Pure line selection

تعد السلالة النقية نسل نبات واحد ذاتي التلقيح تملك أفراد متجانسة وأصلية وراثياً Homozygous بنسبة 100%، يتضح من خلال التعريف السابق أنها لا تتوافر إلا في النباتات ذاتية التلقيح. يبدأ برنامج التربية عادة مع عشيرة تكثر فيها الاختلافات الوراثية كالأصناف البلدية والأصناف القديمة غير المعتنى بها، والتي تكون قد تراكت فيها الاختلافات الوراثية نتيجة التلقيح الاعتباطي مع الأصناف الأخرى، أو نتيجة حدوث الطفرات، ويمكن أن تكون الاختلافات الموجودة بين النباتات كبيرة ولعدد من الصفات الهامة أو قد تكون هذه الاختلافات لصفة أو صفتين محددين كطول النبات أو مقاومة الأمراض على سبيل المثال، وتعد طريقة انتخاب السلالة النقية من أقدم وأبسط طرائق التربية المعروفة.

تتضمن طريقة العمل في تربية السلالة النقية ثلاث مراحل محددة يتم في المرحلة الأولى انتخاب فردي للنباتات. وفي المرحلة الثانية زراعة خطوط الأنسال وأجراء الانتخاب بين الأنسال المنحدرة من نباتات المنتخبات الأصلية. وهذا يؤدي إلى اختصار كبير لعدد السلالات المنتخبة. بينما يجري في المرحلة الثالثة والأخيرة تقويم

المنتخبات المتبقية في تجارب مقارنة الغلة مؤدياً ذلك إلى فصل وتحديد السلالات المتفوقة التي يمكن اعتمادها وتوزيعها كأصناف جديدة على المزارعين. تتلخص خطوات التربية بالآتي:

1. ينتخب عدد كبير من النباتات من عشيرة الأساس، وتعد هذه الخطوة غاية في الأهمية لأن النباتات المنتخبة يجب أن تمثل الحد الأقصى للاختلافات الوراثية، وكل من هذه النباتات سيعطي نسلا عبارة عن سلالة نقية، فإن كان الانتخاب غير دقيق لهذه النباتات فلن يحرز مربو النبات أي تقدم. ويفضل أن تزرع العشيرة بمعدل بذار منخفض أي كثافة نباتية منخفضة كي يمكن تحديد النباتات المتميزة بسهولة ودقة. ويجب أن ينفذ الانتخاب في أوقات مختلفة نظراً لوجود اختلافات في مواعيد النضج ضمن العشيرة الأساسية، كما يمكن ذلك من ملاحظة نباتات جيدة النمو بعد سيادة ظرف بيئي معاكس أو انتشار مرض أو آفة حشرية معينة .

2. يزرع نسل كل نبات منتخب على حدة في الموسم التالي لملاحظته والتخلص من أي سلالة نقية تحمل عيوب واضحة، وتستمر -عادة- هذه الخطوة لعدة مواسم زراعية بغرض التخلص من أكبر عدد من السلالات قبل البدء في المرحلة الثالثة والأخيرة. ويمكن عن طريق العدوى الصناعية بالحشرات ومسببات المرض التخلص من عدد آخر من السلالات. وتزرع بنفس الأسلوب في الموسم المقبل لإتاحة الفرصة لتقويم السلالات المتفوقة عبر عدة مواسم وفي عدد من المواقع البيئية إذا كان ممكناً. وبهذه الطريقة يبقى عدد محدود من المنتخبات يحتفظ به ويدخل في تجارب المقارنة في المرحلة الأخيرة من العمل.

3. تنفذ الخطوة الأخيرة عندما يعجز المربي عن التخلص من أية سلالات أخرى بمجرد الملاحظة، حيث يتم في هذه المرحلة مقارنة السلالات بالأصناف التجارية الشائعة في الزراعة في تجارب موسعة، يقدر فيها المحصول والصفات الاقتصادية الهامة، ويتم في النهاية انتخاب سلالة واحدة هي

أساس الصنف الجديد. وتعد هذه التجارب الجزء الأكثر كلفة في البرنامج والأعلى أهمية لتقويم الصفات الزراعية تحت ظروف الزراعة العادية. تجري هذه التجارب لمدة سنتين أو ثلاث سنوات في عدد من المواقع البيئية. ويمكن في حال الحصول على سلالة متفوقة أو أكثر ذات مواصفات زراعية جيدة البدء بإكثار بذورها واعتمادها كصنف جديد .

تجدر الإشارة إلى أن الأصناف الجديدة الناتجة عن هذه الطريقة تنشأ من تراكيب وراثية موجودة أساساً في العشيرة الأصلية، وكل ما يتم خلال سنوات التربية التعرف على هذه التراكيب وإثبات أنها أفضل من التراكيب الأخرى، ومن الأصناف التجارية. نشأ العديد من الأصناف بهذه الطريقة في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين من أصناف أو طرز محلية متباينة بدرجة عالية كانت مزروعة بمساحات واسعة في البلدان الزراعية المتطورة في ذلك الوقت. ولا تزال الفرصة متاحة لتطبيق هذه الطريقة بنجاح في كل من البلدان النامية والمتطورة على حد سواء طالما توفرت الاختلافات الوراثية لصفة أو عدة صفات هامة في صنف غير متماثل .

ثانياً - الانتخاب الإجمالي Mass Selection :

تتشابه طريقة الانتخاب الإجمالي Mass selection في النباتات الذاتية التلقيح مع طريقة انتخاب السلالة النقية في المرحلتين الأولى والثانية من برنامج التربية، حيث يتم انتخاب عدد كبير من نباتات عشيرة تكثر فيها الاختلافات الوراثية، ثم زراعة نسل كل نبات على حدة لعدة مواسم زراعية لاستبعاد السلالات ذات الصفات غير المرغوبة، يلي ذلك خلط بذور السلالات النقية ذات الصفات المرغوبة معاً ومقارنتها بالأصناف التجارية الشائعة في الزراعة في تجارب موسعة، تستمر لثلاثة مواسم، يقدر فيها المحصول والصفات الاقتصادية الهامة، ويتم في النهاية اعتماد مخلوط من السلالات كصنف جديد إذا ثبت أنه يتفوق على الأصناف التجارية المعروفة.

ويمكن أن يكون الهدف من هذا العمل هو تحويل أو تحسين العشيرة النباتية أو الصنف المحلي بطريقة محددة كإنتخاب طرز مبكرة أو متأخرة في النضج على سبيل المثال، أو استبعاد النباتات القابلة للإصابة بمرض معين أو لتنقية الصنف المزروع بإزالة الطرز الغريبة منه كالطفرات التلقائية مثلا أو نواتج التلقيح الخلطي أو الخلط الميكانيكي مع أصناف أخرى بهدف إنتاج أصول نقية للصنف لإكثار بذاره، ويعد الانتخاب الإجمالي طريقة مفيدة ونافعة لتحسين الأصول المتأقلمة في مدة قصيرة دون أحداث تغير كبير وبقليل من الجهد، وللمحافظة على الملامح العامة للصنف الأصلي أو العشيرة يتم اختيار عدة آلاف من النباتات أو السنابل مع المحافظة على 75% من العشيرة الأساسية وتمزج حبوب هذه السنابل معا لتكوين عشيرة جديدة محسنة، وذلك بانتخاب عدد كبير من النباتات التي تظهر بها الصفات المرغوبة وحصادها ثم خلط بذورها - معا - وزراعتها في دورة أخرى من الانتخاب. وتكرر هذه العملية إلى أن يتوقف التحسين مع الانتخاب.

وينفذ برنامج الانتخاب الإجمالي بسهولة لكن مقدار التحسين الناتج عنه سيكون محدودا مقارنة بطرائق الانتخاب الأخرى كالانتخاب الفردي أو انتخاب السلالة النقية وما لم يتم التوصل إلى درجة تماثل وتجانس ونقاوة صنفية عالية فإن الحاجة إلى إجراء اختبار النسل غالبا ما يكون غير ذي فائدة. واختبار الغلة الوحيد المطلوب هو مقارنة العشيرة الأصلية مع العشيرة المنتخبة لتحديد مدى التقدم أو التحسين الحاصل، كما تقيّد أيضا في تحسين الأصناف الجديدة المستوردة إذا كانت بها عيوب ظاهرة

ثم تقارن العشيرة المنتخبة مع الأصناف التجارية الشائعة في الزراعة. وتعد هذه الطريقة مناسبة لإجراء تحسين وراثي سريع في صفات محددة مثل ارتفاع النبات وموعد النضج وحجم البذور. ومقاومة الآفات والقدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية، حيث يكفي استئصال النباتات التي لا تحمل الصفات المرغوبة وحصاد البذور من النباتات المتبقية في الحقل، ويمكن اتباع طرق خاصة تزيد من كفاءة

عملية الانتخاب لمثل هذه الصفات مثل العدوى الصناعية بمسببات الأمراض والزراعة في الأراضي الملحية... إلخ

ويعاب على الانتخاب الإجمالي في النباتات الذاتية التلقيح أن فرصة تكوين تراكيب وراثية جديدة تكون معدومة تقريبا. إذا كان التلقيح الذاتي تاما لذا فإن التحسين الوراثي يبقى دائما في حدود ما هو موجود أصلا في العشيرة.

ثالثا - التهجين Hybridization

هو التلقيح بين نباتين أو أكثر، والأفراد الناتجة عن التهجين تدعى بالهجن، فهي تحمل في تركيبها الوراثي الاختلافات الموجودة في الآباء، بالإضافة للتباينات الناتجة عن تفاعل التركيب الوراثي الجديد مع البيئة. تكمن أهمية التهجين في إمكانية استنباط أصناف جديدة من المحاصيل الزراعية، فقد تم التوصل إلى العديد من أصناف القمح بالتهجين كما هو الحال في معظم أصناف القمح المكسيكي.

يستخدم التهجين بالإضافة إلى اختبار النسل والانتخاب في تربية القمح بنجاح منذ زمن بعيد ، ومازال مستخدما لتحقيق أهداف تربية القمح كتحسين الغلة والنوعية ومقاومة الأمراض وتحمل الاجهادات المختلفة وزيادة التأقلم وغير ذلك من أهداف التربية - على سبيل المثال- يفنقر القمح القاسي بشكل ملحوظ إلى التنوع الوراثي الأمر الذي يحدّ من إمكانية التحسين الوراثي. وقد شملت الجهود الرامية إلى توسيع القاعدة الوراثية تهجين طرز وراثية محسنة موائمة للمناطق الجافة مع سلالات محلية، وأقارب برية، وقمح طري في منطقة WANA. وقد استخدم القرينان البريان للقمح القاسي *Triticum dicoccoides* و *T. monococcum* لتحسين الجودة الحبية ومقاومة صدأ الأوراق، وتبقع الأوراق، والصدأ الأصفر. واستخدمت تهجينات مع القمح الطري ومداخلات *Aegilops* لتحسين المقاومة لذبابة هس. وأسفرت هذه التهجينات عن إيجاد سلالات عديدة عالية الغلة ذات مقاومة محسنة. فعلى سبيل

المثال، تجمع سلالات (Telset '3//Awalbit-1/Omtel-8036SD) ما بين المقاومة لذبابة هس والغلة الحبية المرتفعة تحت ظروف الجفاف والحرارة المرتفعة.

اتسعت دائرة العمل لاستنباط سلالات متحملة للإجهادات الإحيائية في سورية والوطن العربي وأسفرت غريلة السلالات الانعزالية والمتقدمة للصدأ الأصفر، ودبور الحنطة المنشاري، وتبقع الأوراق، وفيروس اصفرار وتقزم الشعير، وصدأ الأوراق، وصدأ الساق، والتفحم الشائع، وتعفن الجذور في المناطق الجافة عن انتخاب طرز وراثية مبشرة.

تزداد فرص النجاح في الحصول على نتائج جيدة باستخدام طريقة التهجين إذا ما تحققت خطوات برنامج التربية بالتهجين بدقة على النحو الآتي:

1. تحديد الهدف من تنفيذ برنامج التهجين
 2. الاختيار الدقيق للآباء الداخلة في برنامج التهجين والتي تحقق الهدف
أولاً أهداف
 3. تنفيذ برنامج التهجين
 4. دراسة الأنسال الهجينة وإجراء الانتخاب المناسب.
- وتتضمن استراتيجية عمل مراكز البحث ومحطات التربية
1. تقويم الأصول الوراثية، وانتخاب الملائم منها
 2. اختيار آباء الهجن من الأصول الوراثية المميزة
 3. إجراء التهجينات بين الآباء المختارة
 4. تقويم وانتخاب الهجن والعائلات والسلالات في الأجيال الانعزالية والمتقدمة.
 5. إقامة تجارب كفاءة إنتاجية.

1-تحديد الهدف من تنفيذ برنامج التهجين

قد يكون هدف مربّي النبات التوصل إلى أصناف مبكرة، أو مقاومة لبعض الأمراض، أو متحملة للصقيع والجفاف، أو تحوي نسبة مرتفعة من البروتين... وغيرها من الصفات التي ذكرناها مع أهداف تربية القمح.

2-انتقاء الآباء الداخلة في برنامج التهجين :

يعد انتقاء الآباء الداخلة في برنامج التهجين من أهم خطوات برنامج التربية، حيث سيتوقف عليها مصير برنامج التهجين، وتتضح هنا أهمية دراسة المادة الأولية بغية توفير الوقت والجهد المبذول في أعمال التهجين، ففي حال معرفة الصفات الوراثية للآباء يمكن التكهّن بصفات وخواص النسل الناتج.

ويعتمد اختيار الآباء الداخلة في التهجين على عدد من الأمور هي :

1. الهدف المتوخى من برنامج التربية، والصفات التي يرغب المربي تجميعها في الصنف الجديد. .
 2. توافر الاختلافات الوراثية المرغوبة (فقد يتم انتقاء الآباء على أساس الاختلاف في أطوال مراحل النمو، أو على أساس الاختلاف في عناصر الإنتاج، أو على أساس المناعة ضد الأمراض).
 3. الخبرة السابقة والمعرفة المكتسبة من خلال برامج تحسين القمح المحلية أو الإقليمية أو العالمية .
- ويتوقف اختيار الآباء المناسبة على مدى وضوح أهداف التربية وتحديد بها بدقة، وعلى مدى معرفة المربي بخصائص ومزايا الآباء المختارة سواء كانت أصنافاً متأقلمة أو من مجموعات الأصول الوراثية العالمية. والأمر الذي يرفع كفاءة العمل التربوي استعمال المؤشرات الشكلية والفيزيولوجية المرتبطة بصفة التحمل لظروف الجفاف وأخرى للظروف الاعتيادية وذلك عند اختيار الآباء لعمليات التهجين ولأغراض الانتخاب خلال الأجيال المختلفة مما يضمن الحصول على سلالات متفوقة من محاصيل القمح الطري والقمح القاسي.

3-إجراء عملية التهجين:

تنفذ عملية التهجين بين سلالتين نقيتين في الموسم الأول الذي نجمع في نهايته بذور F0 من النباتات الأم.

الأساس في عملية التهجين هو تلقيح بويضات الأزهار في النبات المستخدم كأم بكمية كافية من حبوب لقاح النبات المستخدم كأب بحيث نضمن الحصول على 100-5000 بذرة (حبة) هجينة. وتتعلق طريقة التهجين المتبعة إلى حد كبير بالصفات البيولوجية للنبات وطبيعة الإزهار وتركيب النورة الزهرية. يبدأ المربي عمله بصنع هجن أولية استقصائية ليزيد معرفته بالبيئة السائدة والظروف التي يعمل تحت سيطرتها. ويجب أن يكون واضحاً لمربي القمح أنه كلما استخدم أعداداً كبيرة من الآباء في برنامج التهجين كلما زادت فرصة حصوله على توافق جديدة من الصفات الهامة.

أما إذا كان المطلوب إدخال صفة ما كتحمل الصقيع مثلاً أو مقاومة مرض معين للصفة المطلوب إنتاجه فلا يمكن لأي عدد من التهجينات تحقيق ذلك ما لم تكن هذه الصفة أو الخاصة موجودة أصلاً في الآباء.

يتوقف عدد التهجينات المطلوب إجراؤها على توافر الآباء المناسبة وعلى الموارد المخصصة للتهجين وللأجيال اللاحقة خلال مراحل الانتخاب والتقويم . فنقوم بعض البرامج الوطنية بعمل ما يزيد عن 1000 هجين سنوياً، وبعض البرامج المحلية الصغيرة بما لا يزيد عن بضع مئات من الهجن سنوياً، بينما تجري بعض البرامج العالمية كبرنامج تحسين القمح في السيميت CIMMYT ما يزيد عن 10 آلاف تهجين في العام . وتستبعد بعض الهجن على ضوء المعلومات الجديدة المتوافرة التي يمكن الحصول عليها لاحقاً كمقاومة الأمراض مثلاً.

4-زراعة الجيل الأول الهجيني F1

تزرع بذور F0 الناتجة عن عملية التهجين متباعدة عن بعضها بعض (20 - 30 سم بين السطور و 15 - 20 سم بين النبات والآخر) أو تزرع في أصص ضمن البيوت المحمية. يراعى أن تكون العمليات الزراعية كالري والتسميد ومكافحة الآفات وغيرها مثالية ما أمكن بهدف إعطاء نباتات F1 فرصتها كاملة للتعبير عن طاقتها الإنتاجية خصوصاً الإشتاء للحصول على أكبر قدر ممكن من بذور F2 .

ويجب أن تزرع عينات من الآباء الداخلة في التهجين للرجوع إليها عند الحاجة (للتأكد من الطبيعة الهجينة لنباتات الجيل الأول)، تؤخذ القراءات وتسجل الملاحظات حول قوة الهجين والصفات المحصولية الهامة.

رابعاً - زراعة الجيل الثاني والأجيال التالية:

يمكن بدءا من الجيل الثاني استخدام طريقة انتخاب النسب أو طريقة انتخاب التجميع:

انتخاب النسب:

القمح من المحاصيل ذاتية التلقيح والإخصاب لذلك تستخدم طريقة النسب بشكل واسع في تربية القمح:

الجيل الثاني في طريقة النسب

تزرع نباتات الجيل الثاني على مسافات واسعة نسبياً، ليتمكن ملاحظة كل نبات وتقييمه منفرداً كما يزرع خط من صنف اختباري Check variety كل 10 خطوط للمقارنة ويعد الصنف التجاري الشائع في الزراعة هو أفضل الأصناف الاختبارية. وإذا كان اختيار الآباء الداخلة في التهجين الأول يحدد الحد الأقصى للتحسين الممكن في الصنف الجديد، فإن انتخاب النباتات التي تحمل الصفات المرغوب فيها - خاصة في الأجيال الانعزالية الأولى - يكون ذا تأثير أكيد على إمكانية الوصول إلى هذا الهدف من عدمه لذا فإن المربي يجب أن يكون على دراية تامة بالصفات البيئية. بحيث يمكنه تمييز الاختلافات الوراثية المرغوب فيها التي يؤمل فيها أخيراً، بمجرد الفحص المظهري .

وفيجد الانتخاب في الجيل الثاني التنبؤ بمحصول الأجيال التالية القمح والشعير، وغيرها من الحبوب الصغيرة.

وكقاعدة عامة فإنه لا يمكن الاعتماد على مظهر النباتات في الجيل الثاني للتنبؤ بالمحصول في الأجيال التالية، خاصة أنها تكون مزروعة على مسافات واسعة. ويجري الانتخاب في هذا الجيل للصفات ذات درجات التوريث المرتفعة، مثل الصفات النوعية والمقاومة للأمراض. ويمكن - بعد ذلك في الجيلين الثالث والرابع - الانتخاب بفاعلية للصفات ذات درجات التوريث المتوسطة . أما الانتخابات للمحصول فلا يجري بفاعلية إلا بعد الجيل الرابع.

تستخدم طريقة النسب بشكل واسع في برامج التربية، تركز هذه الطريقة على زراعة عشائر الجيل الثاني F2 بهدف ممارسة الانتخاب الفردي. ويتم في الأجيال التالية المتكاثر بالتلقيح الذاتي تحديد السلالات النقية المتميزة وحتى الجيل الثامن F8 وفي هذه المرحلة يبقى عدد محدود من السلالات المتماثلة وراثياً والتي ستستخدم في تجارب المقارنة بهدف اعتماد المتميز منها كأصناف جديدة (الشكل، 3).

ويتضمن ذلك تسجيل كل المعلومات اللازمة والتفصيلية عن النباتات الفردية والعلاقات القائمة. لذا يجب معرفة النسب الدقيق لكل سلالة منتخبة وفي كافة مراحل العمل. ومن هنا جاءت تسمية الطريقة بطريقة النسب، وتعد هذه الطريقة من طرائق الانتخاب الفعالة لكنها تحتاج إلى جهد كبير خصوصاً لدى أخذ القراءات وتسجيل الملاحظات ومعالجة البيانات. وقد اقترح العديد من التحويرات على هذه الطريقة بحيث تجعلها أكثر فائدة وجدوى.

يبدأ الانتخاب في نباتات الجيل الثاني التي يمكن أن تتكون من 2000 إلى 20000 نبات مع مراعاة أن كل نبات منتخب يمكن أن يكون مختلفاً عن الآخر. ومن المعروف أن الاختلافات الوراثية تصل إلى أقصاها في الجيل الثاني، لذا يبدأ الانعزال في F2 ويستمر في الأجيال اللاحقة أنما بنسب أقل.

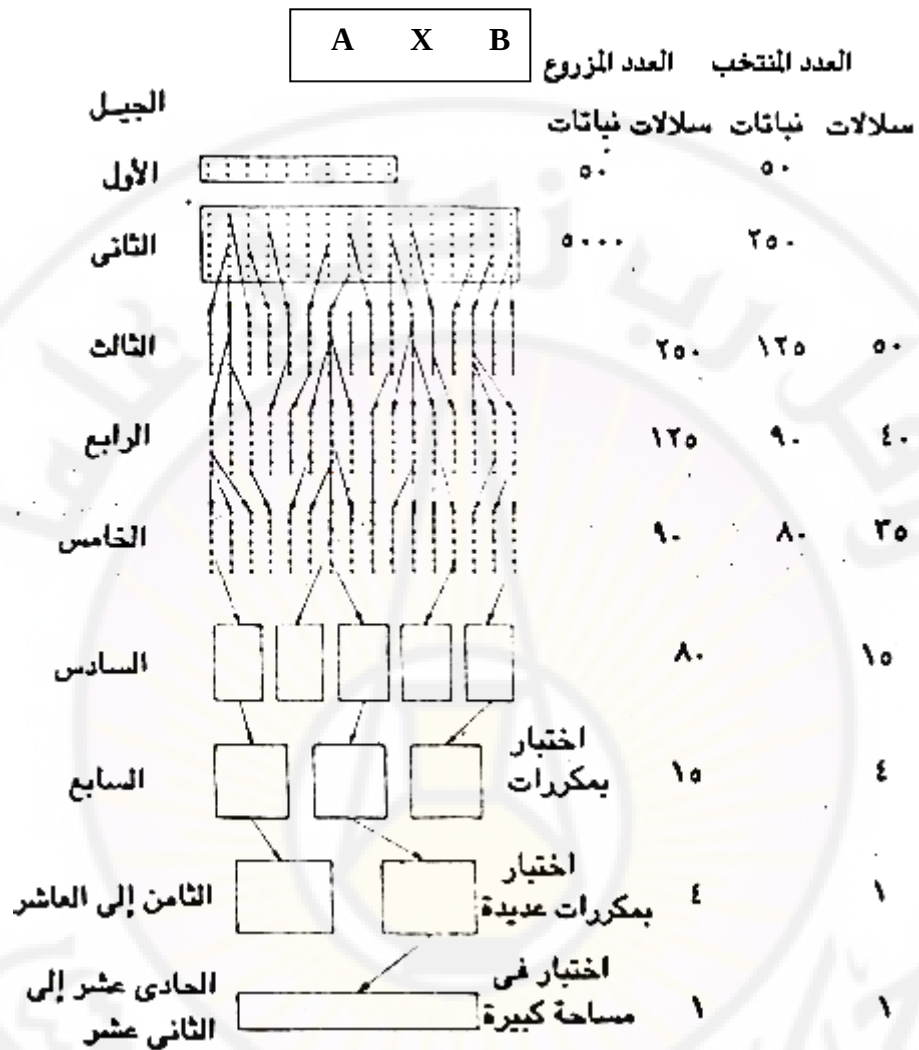
يجب أن يكون الانتخاب في هذه المرحلة حاسماً، ويعتمد على الاختبارات والخبرة الشخصية للمربي، وقدرته على الملاحظة الدقيقة ويجب على المربي المبتدئ أن يتغلب على الشعور بأن النباتات المرغوبة فيها قد تظهر في نسل النباتات التي

يجرى استبعادها في الجيل الثاني لأن عدم التخلص من هذا الشعور يعني زيادة حجم العامل المطلوب بشدة في الأجيال التالية إلى درجة تستنفذ معها كل وقت المربي وجهده.

ويكون الخلط الوراثي 100% في الجيل الأول وينخفض بنسبة 50% في الأجيال اللاحقة . فمثلا تصل الأصالة الوراثية نظريا في F5 إلى حوالي 94% وفي الجيل F8 إلى 99% .

ونظراً لأن نباتات الجيل الثاني تتصف ببتاين وراثي كبير لذا يمكن أن تكون النباتات المحيطة ضعيفة النمو أو قوية النمو تبعاً لدرجة التنافس. وهذه التركيبة من الاختلافات البيئية والوراثية بالتكامل مع التفاعل البيئي تجعل انتخاب التراكيب الوراثية المتفوقة أمراً صعباً للغاية خصوصاً الصفات ذات معامل التوريث المنخفض، يتوجب على مربّي النبات اكتساب المعرفة اللازمة عن الصفات والخواص الأساسية للقمح وطريقة توريثها .

تتصف معظم نباتات الجيل الثاني بالخلط الوراثي، وتظهر قوة الهجين التي قد تفقد في الأجيال اللاحقة. والعديد من الصفات الإنتاجية كغلة الحبوب مثلاً تتصف بمعامل توريث منخفض ولا يمكن التأكد من الانتخاب لها على أساس الانتخاب الفردي فقط. لذا يكون من الضروري إجراء اختبارات مكثفة لأنسال النباتات الفردية في الأجيال اللاحقة.



الشكل (3) طريقة انتخاب النسب

ويجب توافر المعلومات الأساسية عن الآباء في المراحل اللاحقة من العمل. فمثلا يمكن تحديد مورثات المقاومة لمرض هام ومعرفة مدى وجودها في الآباء عن طريق إجراء العدوى الصناعية بسلالات فتاكة من المسبب المرضي. فإذا ثبت عدم وجود مورثات المقاومة في هذه الآباء فيمكن بالتالي استبعاد الهجن التي تدخل في تركيبها تلك الآباء.

ويجب اختيار عدد كاف من نباتات F2 لضمان عدم ضياع أو فقد الاختلافات الوراثية في تلك المرحلة المبكرة. بينما يتصف الانتخاب بالفعالية والكفاءة للصفات العالية التوريث نظراً لقلة تأثيرها بالبيئة المحيطة. فمثلاً يمكن انتخاب بعض الصفات الظاهرية كصفة طول النبات وشكل السنبله وبعض الصفات المورفولوجية الأخرى بسهولة في الجيل الثاني. أيضاً صفات المقاومة للأمراض والحشرات يتحكم بها عدد محدود من العوامل الوراثية كما هو الحال في الصفات الوصفية وبالتالي يمكن الانتخاب لها أو على الأقل استبعاد النباتات الحساسة جداً . ويؤخر الانتخاب الأكثر فعالية للأجيال التالية. ويجب اتخاذ التدابير الضرورية وأخذ الحيطة اللازمة خصوصاً عندما يكون معروفاً أن المقاومة للمرض تتحكم بها عدة مورثات .

يقوم المربي بالسير ضمن أنسال F2 ويمارس الانتخاب بالنظر في طور النضج آخذاً سنبله واحدة من كل نبات منتخب ويربطها في مجموعات من 25 أو 50 سنبله . ومن المفروض مرور المربي مرتين أو ثلاث مرات على النباتات ويقوم بوسم النباتات التي تبدو مبشرة أو التي تحمل صفة أو أكثر من الصفات المرغوبة. والرحلة الأخيرة للمربي ضمن المشتل تكون في مرحلة النضج .

ويجب زراعة الصنف المحلي وزراعة الآباء أو الأصناف المعتمدة الأخرى كشواهد بنفس معدلات البذار المنخفضة المتبعة في الجيل الثاني. تستخدم الشواهد لمقارنة الصفات المختلفة ولتوضح مدى الاختلافات الكائنة من نبات لآخر والاختلافات المظهرية ضمن التركيب الوراثي الواحد المزروع ضمن نفس ظروف البيئة .

تجفف السنابل المنتخبة تجفيفاً هوائياً لعدة أسابيع. تفرط السنابل كل على حدة ويعادل الانتخاب مرة أخرى (يدعى انتخاب الطاولة) بناء على مظهر الحبوب. وتجري اختبارات أولية على خصائص الطحين وصناعة الخبز إذا توفر العدد الكافي من السنابل المحصودة من كل نبات F2 منتخب للحصول على العينة اللازمة لإجراء اختبارات جودة الحبوب .

والجهود المبذولة لإجراء اختبارات الجودة في الأجيال المبكرة (F2) سوف تكون ذات أهمية وكفاءة لبعض الهجن أو مجموعة من الهجن التي يتوقع منها الحصول على تحسين سريع في صفات جودة الحبوب .

زراعة الجيل الثالث F3 في طريقة النسب :

تنتخب النباتات القوية والحاملة للصفات المرغوب حملها للصنف الجديد، وتررع حبوب كل نبات منتخب في الجيل الثاني بسطر واحد يحتوي على 15 - 50 نبات، وتتم الزراعة بصورة مخلخلة (لكنها أكثف من الجيل السابق) مع مراعاة زراعة سطور من أصناف المقارنة إضافة للآباء بجوار كل مجموعة من نباتات جيل الثالث.

يتم الانتخاب في الجيل الثالث على أساس الصفات الشكلية والإنتاجية للعائلات المنتخبة في الجيل الثاني. ويمكن في هذا الوضع مراقبة وملاحظة الخصائص العامة لكل عائلة من عائلات F3. ويبنى الانتخاب في هذه المرحلة على أساس العائلة. كما تجري المقارنة بين العائلات المنحدرة من نفس التهجين بالإضافة لمقارنتها مع عائلات الهجن الأخرى.

تؤخذ الملاحظات وتسجل القراءات عن الخصائص والمواصفات الأساسية مثل قوة النمو وصفات الساق والقدرة الإنتاجية الكامنة. وبالرغم من أن الانتخاب في الجيل الثالث مبني على أساس العائلة أو السلالة، أي تتخذ القرارات أولاً بناء على الأداء الإنتاجي للسلالة ، ويستمر الانتخاب حتى الجيل الرابع إلا أنه يعتمد هنا على أساس النبات الفردي ضمن السلالات المنتخبة.

ويجب أن يكون الانتخاب في الجيل الثالث أشد وأكثر دقة من الجيل الثاني نظراً لأن مظهر سلالات F3 يكون أكثر تعبيراً عن القدرة الإنتاجية الكامنة مما هو عليه الحال في نباتات F2 وأيضاً بسبب اختصار عدد النباتات في F3 مقارنة مع F2.

و تتحدد - في الجيل الثالث - قيمة التلقيح، فإن لم تظهر فيه نباتات تحمل جميع الصفات المرغوب فيها ... فإنه يكون من المفضل إعادة البرنامج من جديد.

يتم الانتخاب في الجيل الثالث على أساس أفضل النباتات في أفضل العائلات ، فتحدد- أولاً - أفضل العائلات ثم تنتخب منها أحسن النباتات كما يجب أن تؤخذ في الحسبان كذلك النباتات الممتازة التي قد توجد في عائلات ضعيفة. و يستبعد جزء آخر من النباتات بعد الفحص المخبري، بحيث لا يزيد عدد النباتات المنتجة على عدد عائلات الجيل الثالث.

يتم حصاد 5 سنبال من كل نبات منتخب من كل سلالة (ينتخب من 5-12 نبات) وتحصد النباتات المتبقية لكل سلالة وتخلط بدورها لإجراء اختبارات الجودة الأولية في مشاتل الأمراض .

يفيد في بعض الأحوال زراعة بعض سلالات الجيل الثالث أو معظمها في أكثر من موقع بيئي واحد خصوصاً عندما يكون الهدف المنشود من التربية هو استنباط أصناف متميزة بالتلاؤم الواسع.

طريقة العمل مع الجيل الرابع F4 وحتى الجيل الثاني عشر

يعاد انتخاب النباتات المتفوقة، وتعامل نباتات الجيل الرابع بنفس الطريقة كما في سلالات الجيل الثالث. وعندما يتوافر عدد من سلالات F4 المنحدرة من نفس نباتات الجيل الثاني F2 فإنها قد تبدو متشابهة ومتماثلة، وبالتالي يمكن انتخاب سطر واحد من سلالات F4 تمثل تلك العائلة من F2 مما يؤدي ذلك إلى تقادي تكرار انتخاب السلالات المتشابهة تماماً.

ستبدو الاختلافات بين العائلات في هذه المرحلة أكبر من الاختلافات ضمن العائلات، لكن الانتخاب النهائي سيتكرر مرة أخرى على أساس النبات الفردي ضمن العائلات المنتخبة. ويجب اختزال عدد العائلات أو السلالات المنتخبة التي سينتج عنها الجيل الخامس F5.

و تعامل نباتات الجيل الخامس معاملة نباتات الجيل الرابع. إلا أنها تزرع على مسافة مشابهة لتلك المتبعة في الزراعة التجارية. وتكون المساحة المخصصة لكل عائلة أكبر حتى يمكن الانتخاب لصفة كمية المحصول، والجدير بالذكر أن الانتخاب

حتى هذه المرحلة يجري على أساس النباتات الفردية، أي على أساس اختيار أفضل النباتات من أحسن العائلات، وزراعة بذورها منفصلة.

يبدأ من الجيل السادس الانتخاب على أساس السلالات، وذلك بعد أن تم تنفيذ الانتخاب على أساس النباتات الفردية مع التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة من الجيل الثاني إلى الجيل السادس. و يتم تحديد أفضل العائلات، ثم تحصد بذور كل عائلة (سلالة Line) مع.تزرع أنسال النباتات الفردية المنتخبة من الجيل الخامس في مساحات كبيرة، ويفضل أن تكون زراعتها في مكررات إذا وجدت كمية كافية من البذور لذلك.

ويبدأ في هذا الجيل تسجيل بيانات وافية عن كمية المحصول، وتؤخذ بيانات وافية عن الصفات الاقتصادية الهامة في كل من الحقل والمخبر، ويتم على أساسها تخفيض عدد العائلات المنتخبة لتعطى سلالات الجيل السابع.

وتزرع سلالات الجيل السابع في مكررات، مع مقارنتها بالأصناف التجارية الهامة. و تؤخذ بيانات عن المحصول و جميع الصفات الاقتصادية الهامة، و تحلل النتائج إحصائياً وبناء على النتائج المحققة يمكن خفض عدد السلالات المنتخبة إلى 4-5 سلالات فقط.

ويتم العمل بدءاً من الجيل الثامن F8 والأجيال اللاحقة وفق الآتي:

1. الاستمرار بالانتخاب للصفات التي يمكن قياسها وملاحظتها بسهولة. ويجب تركيز العمل على الصفات الأكثر صعوبة والتي تتميز بمعامل توريث منخفض مثل غلة الحبوب وجودتها، كما يراعى الاستفادة من المعلومات المجموعة من تجارب مقارنة الغلة والمزروعة تحت ظروف زراعة العادية .
2. استمرار الانتخاب للأصالة الوراثية .
3. إكثار بذار السلالات المنتخبة بحيث تكون كافية لتكرار تجارب مقارنة الغلة في أكثر من موقع بيئي واحد .

4. إنتاج كميات وافرة من الحبوب النقية (بذار المربي) في الأجيال اللاحقة بهدف إكثار البذار بشكل كاف للتجارب الوطنية أو أحياناً التجارب العالمية.

ويجب المحافظة على النقاوة الوراثية خلال عمليات الزراعة والحصاد والدراس وأثناء تنظيف الحبوب. ويمكن اعتماد أساليب متنوعة لتتقية وإكثار السلالات المنتخبة كطرائق الزراعة ومعدلات البذار وعدد السطور لكل سنبلة مزروعة .

ويجب أن تكون البذور التي سيبدأ منها إكثار الصنف محصودة من السطور الرئيسية من الأجيال المتقدمة. وهذا يضمن تماثل كل الصفات المحصولية والمظهرية.

وبناء على النتائج المحققة تخفض عدد السلالات المنتجة إلى سلالة واحدة أو سلالتين فقط . يزرع الجيلان الحادي عشر والثاني عشر في تجارب موسعة بالطرق المتبعة في الزراعة التجارية مع مقارنتها بالأصناف الهامة. وبناء على النتائج المحققة يتم الاختيار النهائي لسلالة واحدة تعطى اسماً لتصبح بذلك صنفاً جديداً.

يجري التقييم النهائي للصنف الجديد في عدة مناطق، وعلى مدى عدة سنوات إلى أن يتأكد المربي من تفوقه على الأصناف التجارية، ويكتفي المربي عادة بتقييم الصنف الجديد في خمس مناطق رئيسية من مناطق إنتاج القمح، وعلى مدى خمس سنوات.

انتخاب التجميع:

يتلخص مبدأ الطريقة في أن انتخاب الأفراد يتم فقط اعتباراً من الجيل السادس أو السابع، وتتخلص خطوات برنامج التربية وفق هذه الطريقة وفق الآتي:

1- اختيار الآباء وإنتاج الجيل الأول:

يتم اختيار الآباء بعناية بحيث تحتوي الصفات التي يرغب المربي تجميعها في صنف واحد.

تهجن الآباء معاً لإنتاج الجيل الأول الذي تلقح نباتاته ذاتياً لإنتاج بذور الجيل الثاني.

2- يتم تنفيذ اختبار مبكر لعشائر الجيل الثاني المتحصل عليها من تلقيحات

مختلفة إن توفرت كميات كافية من بذورها لذلك، وترزع العشائر في تجربة

بمكررات، ويفضل أن تنفذ الدراسة في عدة مواقع، ويستدل من بيانات المحصول على التلقيحات التي تتضمن عدد كبير من الانعزالات الجيدة المرغوب فيها، وتلك هي التي يستمر معها برنامج التربية بينما تستبعد العشائر الأخرى.

وفي حال عدم توفر كميات كافية من بذور عشائر الجيل الثاني يتم إنتاج عشائر الجيل الثالث، وتنفذ عليه الاختبارات كما في الخطوة السابقة. ويفيد اختبار الأجيال المبكرة في تحديد التلقيحات التي يتوقع منها انعزالات جيدة، خاصة وأن البرنامج يستمر بعد ذلك عدة سنوات دون أية دراية بمدى جدواه خلال الفترة التي تزرع فيها النباتات متجمعة وهي التي تمتد حتى الجيل الخامس أو السادس.

قد يجري التقييم المبكر للأصناف التي تدخل في التلقيحات لمعرفة مدى صلاحيتها بعمل تهجينات بينها بكل الطرق الممكنة Diallel Crosses ثم يزرع الجيلان الأول والثاني لكل تهجين في تجربة بمكررات، وتقارن متوسطات كل صنف عند اشتراكه في هجن مع الأصناف الأخرى.

3- الأجيال المتجمعة:

تزرع نباتات الجيل الثاني والأجيال التالية حتى الخامس أو السادس متجمعة معا، فتحصد بذور الجيل الثاني التي تنتجها نباتات الجيل الأول وتخلط معا وتزرع، ثم تحصد بذور الجيل الثالث التي تنتجها نباتات الجيل الثاني وتخلط معا، يمكن أن تستمر هذه العملية لعدد من الأجيال حيث تؤخذ عينة حبوب عشوائية من كل جيل لإنتاج الجيل التالي. ويبدأ الانتخاب الفردي في الجيل السادس F6 أو الأجيال التالية له . وبغض النظر عن التلقيح الخلطي الطبيعي فإن من المتوقع الاقتراب بشكل كبير من الأصالة الوراثية Homozygosity .

4- الأجيال الانتخابية:

يبدأ الانتخاب في الجيل السادس أو السابع، ويستمر إلى الجيل الثاني عشر، وتعامل النباتات خلال هذه المرحلة كما في طريقة النسب، وتكون الزراعة في الجيل الذي تبدأ فيه عملية الانتخاب على مسافة أوسع مما في الزراعة التجارية حتى يتمكن مربّي النبات من دراسة كل نبات على حدة. يعطي كل نبات منتخب سلالة أصلية متجانسة لا تتغير خصائصها في الأجيال التالية. ورغم أن الأصالة الوراثية لا تكون كاملة في الجيل السادس إلا أنها تكون قريبة من ذلك، ولا يحدث في نسل النباتات المنتخبة انعزالات يمكن أن تؤثر في عملية التقييم في الأجيال التالية، وبوصول النباتات إلى الجيل الثاني عشر يكون قد انتخب سلالة واحدة تعطى اسماً لتصبح صنفاً جديداً (الشكل، 4) ويجري تقييم الصنف الجديد كما في طريقة النسب.

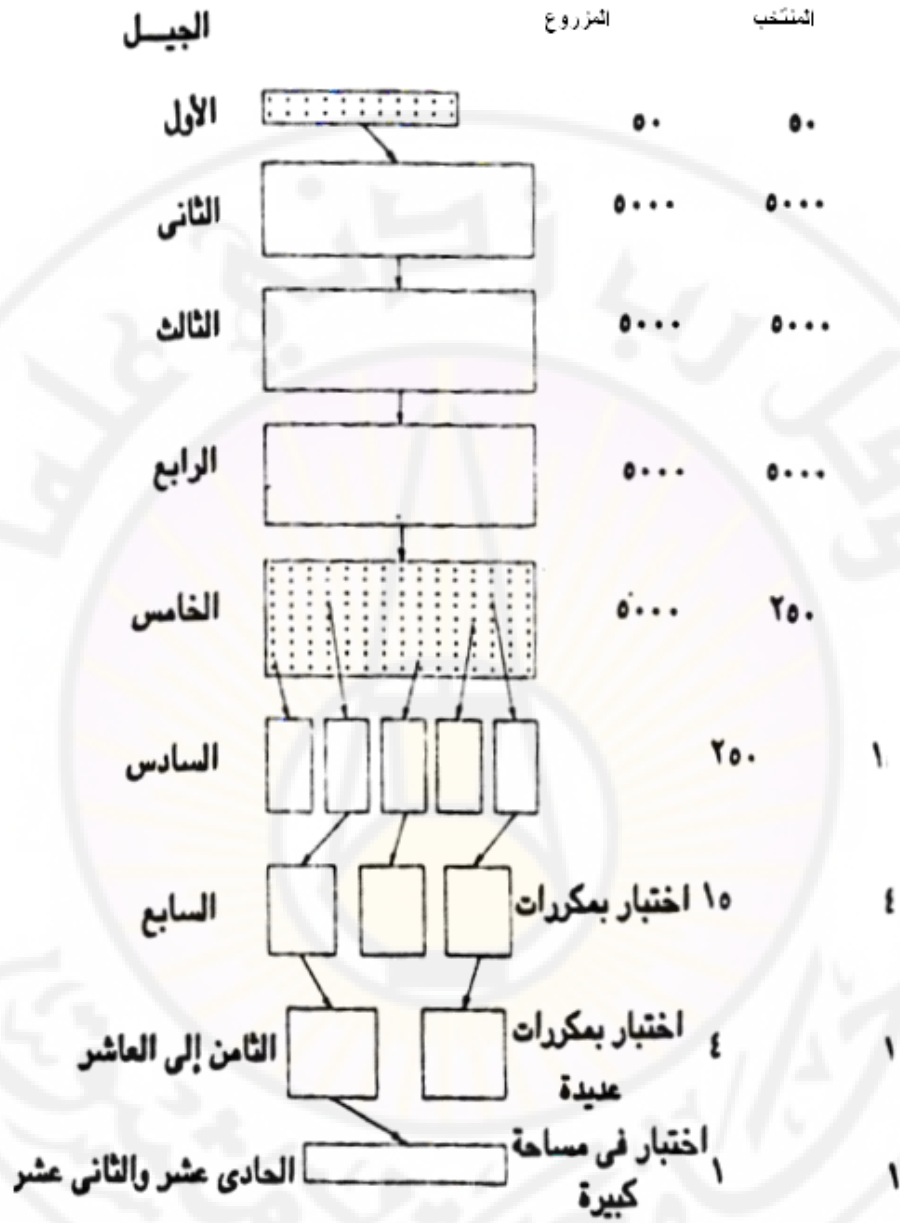
كثيراً ما يغالى في تقدير الدور الذي يمكن أن يؤديه الانتخاب الطبيعي في زيادة نسبة التراكيب الوراثية الأكثر قدرة على البقاء خلال مرحلة الأجيال التي تزرع متجمعة، ولكن في الواقع هذه الفترة لا تتجاوز ستة أجيال وهي غير كافية لأن يؤدي الانتخاب الطبيعي دوراً فعالاً في استبعاد النباتات غير المرغوب فيها، ويمكن أن يكون الانتخاب طبيعياً بحتاً أو يعزز بالانتخاب الصناعي كإجراء العدوى الصناعية بمسببات الأمراض والحشرات على سبيل المثال .

وبالاعتماد على الانتخاب الطبيعي فقد اقترح (Harington 1952) زراعة الجيل الثاني في قطع تجريبية مساحتها 50 - 100 متراً مربعاً وبمعدل بذار أقل من المعدل الطبيعي المعتاد، ثم تحصد الحبوب المتكونة على نباتات F₂ وتخلط ويؤخذ منها عشوائياً حوالي 20% لزراعة الجيل الثالث في مساحة 500 متراً مربعاً وهكذا . وبدءاً من الجيل الخامس وحتى الجيل العاشر تتم الزراعة بمساحة مقدارها هكتار واحد من الأرض.

وفق هذا الأسلوب لا تقدم طريقة التجميع معلومات سريعة ومفيدة لكنها تحتاج إلى جهد ووقت أقل من قبل مربّي القمح. ومن جهة أخرى قد لا تكون

التركيب الوراثية التي يمكن أن تظهر كفاءة إنتاجية جيدة كسلالات نقية في الزراعة المنفردة Monoculture هي نفس التركيب الوراثية التي تنافس بضراوة في العشائر النباتية غير المتماثلة . والتحويل المعتاد على طريقة التجميع هو إجراء العدوى الصناعية وممارسة الانتخاب بعد ذلك .

أدخل بعض المربين تحويلات_بعضها جذري_على التربية بطريقة انتخاب النسب، وتهدف هذه التحورات إما إلى إبطاء الوصول إلى حالة الأصالة الوراثية مع زيادة الفرصة لظهور الانعزالات المرغوب فيها، إما إلى تسهيل عملية الوصول إلى الأصالة الوراثية قبل بدء عملية الانتخاب. وهناك العديد من التعديلات في طريقة النسب-كما ذكرنا- ومن أهم هذه التعديلات:



الشكل (4) طريقة انتخاب التجميع

انتخاب النسب الرجعي:

يجري انتخاب النسب الرجعي Backcross-Pedigree Selection عندما يفوق أحد الأصناف التي يبدأ بها برنامج التربية بدرجة ملحوظة الأصناف الأخرى، حيث يفضل في هذه الحالة تلقيح الجيل الأول والثاني وربما الثالث رجعياً مع الأب

الفائق بغرض استرجاع أكبر قدر من صفاته، ويستمر برنامج التربية بعد ذلك بطريقة انتخاب النسب المعروفة لإعطاء فرصة لظهور انعزالات فائقة الحدود.

انتخاب النسب المتكرر:

يجري انتخاب النسب المتكرر Recurrent Pedigree Selection في الحالات التي يسهل فيها إجراء التلقيحات، وعندما يعطي كل تلقيح عددا كبيرا من البذور.

لا تختلف طريقة انتخاب النسب المتكرر عن انتخاب النسب العادي، إلا في الأجيال المبكرة لعملية الانتخاب حيث تلقح النباتات المنتخبة مع بعضها بصورة منظمة، أو بشكل عشوائي، ثم يستمر برنامج التربية بطريقة انتخاب النسب على النحو المعروف.

تؤدي عملية تلقيح النباتات المنتخبة معا إلى إبطاء الوصول إلى حالة الأصالة الوراثية، مع زيادة فرصة ظهور انعزالات فائقة.

طريقة تجريب النسب: Pedigree trial method

هي في الحقيقة طريقة انتخاب النسب مع إجراء تجارب مقارنة الغلة للنباتات المجمعة المنتخبة من F4 وحتى F7 و يتم في هذه الطريقة انتخاب نباتات فردية في الجيل الثاني و في الأنسال الممتازة من F3 و F4

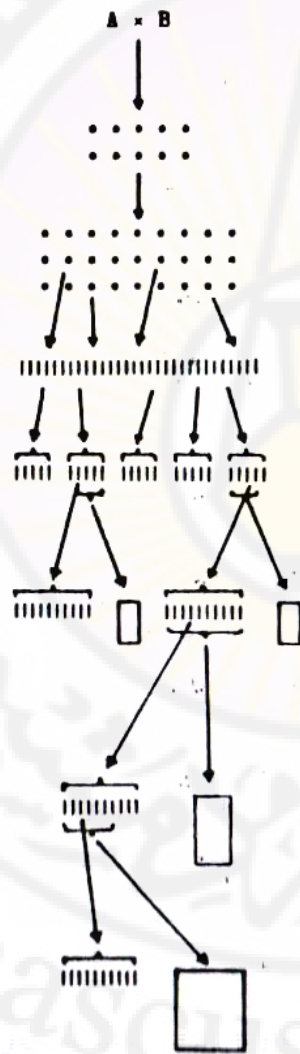
تجمع حبوب النباتات المنتخبة من أنسال الجيل الرابع المتبقية بعد ممارسة الانتخاب الفردي لإنتاج وزراعة تجارب F5 من سلالات F4 المنتخبة. يستمر انتخاب النباتات الفردية وتجارب التجميع في F6-F7 والحبوب المنتخبة في كل عام تحصد من سطور الأنسال المنتخبة و ليس من تجارب التجميع السابقة.

و هكذا يجري في كل عام اختبار السلالات التي تبدو أكثر تجانساً و ذات أصالة وراثية أعلى ومثابهاة بصورة أفضل لسطور الأنسال المناظرة.

و هناك تعديل آخر على هذه الطريقة اقترحه Binghamet et al. (1985) موضح في الشكل (5).

يتم وفق هذا التعديل إجراء اختبارات متتالية في الجيل الخامس والأجيال اللاحقة للحبوب المتجمعة من تجارب الغلة المختلفة ومقاومة الأمراض و جودة الحبوب. بينما يستمر العمل في الانتخاب الفردي سنبلة/سطر و انتخاب العائلة حتى الوصول إلى لأصالة الوراثية .

تهجين الآباء



زراعة نباتات F1 زراعة
متباعدة .

زراعة نباتات F2 زراعة
متباعدة وانتخاب الصفات
العالية التوريث .

زراعة نباتات F3 في سطور
ويعاد الانتخاب الفردي .

زراعة عائلات F4 في سطور
ويتم انتخاب النباتات
المقاومة المتماثلة
والمتتميزة بخواص جودة عالية

زراعة عائلات F5 المنتخبة
في سطور وفي قطع تجريبية
للمقارنة

زراعة عائلات F6 في سطور
وفي تجارب مكررة في ثلاثة
مواقع .

زراعة عائلات F7 في سطور
وفي تجارب مكررة في خمسة
مواقع .

الشكل (5) طريقة انتخاب النسب المعدلة في القمح

طريقة أنسال الجيل الثاني F2

تزرع عشائر الجيل الثاني لعدد من الهجن يتكون كل منها من 200-3000 نبات . يجرى الانتخاب الفردي لصفات التباين و طول النبات و شكل الساق و مظهر الحبوب و غير ذلك. يتم بعد هذا انتخاب حوالي 10% من كل عشرة كحد أقصى و ذلك للهجن الجيدة فقط.

تزرع أجيال الجيل الثالث بمعدل 46 حبة في كل نبات F2 منتخب، ويعاد الانتخاب من جديد للصفات والخواص المرغوبة. تحصد أنسال F2 المنتخبة وتجمع حبوبها و يعاد الانتخاب لشكل أو طراز الحبة، تزرع سلالات F4 في تجربة مقارنة بمكررات لاستقصاء المعلومات حول مقاومة الأمراض وموعد النضج وشكل الساق وغير ذلك إضافة إلى غلة وجودة الحبوب.

تعاد هذه الطريقة التجريبية مرة أخرى في الجيل الخامس إنما بزرعة قطع تجريبية أكبر. و بعد انتخاب سلالات F6 المبشرة تدخل في تجارب مقارنة الغلة في الموسم المقبل. هذه العشائر التجميعية المنحدرة من F2 و التي وصلت إلى الجيل السابع تتكون من خليط من سلالات نقية أصيلة وراثياً.

يعاد الانتخاب فيها على أساس النبات الفردي و يعاد اختبارها في الجيل الثامن والتاسع و العاشر للوصول في نهاية الأمر للأصناف الجديدة المحسنة.

تتميز طريقة الجيل الثاني بميزة هامة وهي تأجيل الانتخاب لغلة وجودة الحبوب حتى تصبح التراكيب الوراثية قريبة جداً من الأصالة الوراثية و يعاب عليها احتياجها إلى عدد كبير من السلالات ليجرى عليها العمل التربوي.

بينما تتصف طريقة تجريب النسب باحتياجها لفترة أقصر من الزمن لا تقل عن سنتين و يعاب عليها الحاجة للمزيد من الانتخاب الفردي و اختبار النسل.

طريقة نسل الحبة الواحدة Single seed descent

كان Goulden (1941) أول من اقترح هذه الطريقة في تحسين القمح كبديل لطريقة النسب العادية، ولكن لم يسمها بهذا الاسم، ولم يظهر الاسم الذي عرفت به هذه الطريقة وهو التحدر من بذرة واحدة حتى عام 1962 ، وأصبحت طريقة نسل

الحبة الواحدة واسعة الانتشار في تربية المحاصيل الذاتية الإخصاب (Rahman,1987)

تعد هذه الطريقة من أسهل الطرق للوصول إلى الأصالة الوراثية بأقل جهد، كما يمكن اختصار الوقت بزراعة جيلين أو أكثر في العام. وتهدف هذه الطريقة إلى الإسراع في الحصول على الأجيال الانعزالية من F2 وحتى F6 دون ممارسة الانتخاب لتوفير عدد كبير من السلالات الأصلية وراثياً للإكثار المتتالية واختبارات الغلة.

توجد ثلاث طرق رئيسية لتطبيق مبدأ التحدر من بذرة واحدة للوصول إلى الأصالة الوراثية وهي على النحو الآتي:

1- طريقة البذرة الواحدة:

تعتمد هذه الطريقة على أخذ حبة واحدة أو حبتين من كل نبات F2 ضمن كل هجين، ثم تجميع هذه الحبوب و زراعتها بكثافة عالية وخصوبة متدنية مع التحكم بدرجات الحرارة و الشدة الضوئية وطول الفترة الضوئية لإنتاج نباتات صغيرة غير مشطئة (ساق واحد لكل نبات) تحوي على 10 حبوب في السنبلة. تعد طريقة نسل الحبة الواحدة SSD فعالة دون اللجوء للانتخاب، الهدف من هذا هو سحب عينة عشوائية كبيرة الحجم من السلالات النقية المنحدرة من هجين معين في أمد قصير. وحتى في حال القمح الشتوي الذي يحتاج للارتباع يمكن الحصول على ثلاثة أجيال في العام الواحد و يزداد إلى أربعة أو ستة أجيال في القمح الربيعي.

يراعى أن تكون عمليات الزراعة و الرعاية لأجيال SSD ملائمة و تقلل ما أمكن من فقد النباتات و موتها، بحيث لا تقل نسبة النباتات المتبقية عند الحصاد عن 90%. و من الناحية العملية تزرع الحبوب في أحواض أو صناديق تحتوي على تربة منخفضة الخصوبة بكثافة نباتية متوسطة (حوالي 2500 نبات في المتر المربع) و الموضوعة في غرف زجاجية أو تحت ظروف متحكم بها مع تأمين الإضاءة المستمرة و درجات الحرارة 52م كحد أقصى و إضافة المياه بوفرة مع محاليل غذائية

منخفضة التركيز. ستتضج متوك هذه النباتات في 25-30 يوماً و تنضج الحبوب بعد حوالي 60-70 يوماً من الزراعة.

يتم تأمين حاجة القمح الشتوي للارتباع عن طريق تعريض الحبوب النابتة لدرجات حرارة منخفضة (2-0 درجة مئوية) في الظلام أو في الارتباع الأخضر وهو تعريض الباردات في مرحلة الورقة الأولى لدرجة حرارة 9 درجة مئوية وإضاءة مستمرة.

ويمكن كسر طور السكون بتعريض الحبوب المنقوعة بالماء في أطباق أو صناديق الزراعة لدرجة حرارة منخفضة (4 درجة مئوية) لضمان تجانس الإنبات أو تحصد الحبوب و هي مازالت خضراء اللون قبل دخولها طور السكون ثم تجفف وتزرع مباشرة.

تزرع النباتات في الجيل الأخير من أجيال طريقة SSD على مسافات واسعة نسبياً مع مراعاة توفير الظروف الملائمة لنمو كل نبات لإنتاج أنسال النباتات الفردية الكافية لزراعة سطور السنبال بطريقة الجور في الجيل التالي.

تتصف طريقة SSD ببعض المزايا و عدد من العيوب مقارنة بالطرائق الأخرى. فهي تتيح إنتاج عدد كبير من السلالات العشوائية النقية موفراً ذلك استغلالاً أفضل للقدرة الإنتاجية الكامنة للهجن.

و في هذه الطريقة يتم الحفاظ على الاختلافات الوراثية الموجودة حتى يجري الانتخاب في الجيل السادس F6، كما تقدم هذه الطريقة فرصة حدوث إعادة التوافق عبر العديد من الأجيال قبل ممارسة الانتخاب. وهذا على درجة من الأهمية بالنسبة للمورثات المرغوبة التي قد تتبعثر بين أبناء الهجن أو في علاقة ارتباط وراثي متينة مع المورثات الرديئة.

يمكن أن تحدث مثل هذه التوافقات بشكل مماثل كما في طريقة التجميع دون ممارسة الانتخاب. لكن طريقة التجميع تتضمن مشاركة الانتخاب الطبيعي والمنافسة بين النباتات وبالتالي تكون التباينات الوراثية أقل مما هو عليه الحال في طريقة SSD .

و من جهة أخرى يعاب على طريقة SSD عدم اختبار الأجيال المتتالية في البيئات المحصولية الحقيقية و بالتالي عدم إجراء تقويم حقلي حتى الجيل السادس أو السابع، وأيضاً لا تؤخذ أية قراءات أو ملاحظات حول القدرة الإنتاجية العالية أو المنخفضة للهجين أو السلالات. كذلك الأمر لا يمكن في هذه الطريقة تحديد التفاعل الوراثي البيئي بسبب عدم زراعة السلالات في عدد من المواسم.

تتميز طريقة SSD عن طريقة النسب باختيار و تقويم السلالات الأصلية في الجيل السادس أو السابع، وبهذا لا يصبح الانتخاب معقداً و صعباً بسبب الخلط الوراثي . ومن الناحية الوراثية نجد أن طريقة SSD تتركز على الأثر التجميعي للمورثات و تخفض من تأثير المكونات الأخرى.

كما تتميز طريقة SSD باحتياجها لحيز أو مساحة محدودة وجهد و وقت أقل أثناء الزراعة والحصاد، كما أنها لا تتطلب أخذ الملاحظات وتسجيلها في الكتاب الحقلي، و كنتيجة لذلك تفقد المعلومات عن نباتات F2 المتوقعة كما هو الحال عند العودة للأصل المحفوظ لسلالات الأجيال المبكرة لإجراء المزيد من الانتخاب.

يمكن تطبيق طريقة SSD بعدة أساليب بالتكامل مع طرائق التربية الأخرى. ويمكن استخدام هذه الطريقة بشكل مباشر على حبوب الجيل الثاني لهجين ما والاستمرار بذلك حتى F6، أو يمكن تأجيل طريقة SSD جيلاً واحداً للسماح للمربي بالقيام بانتخاب أولي في المشتل المزروع على مسافات واسعة نسبياً للصفات التي يتحكم بها عدد محدود من المورثات أو التي تتصف بمعامل توريث عالي كمقاومة الأمراض مثلاً وشكل السنبل وشكل الحبوب . تنفذ طريقة SSD من الجيل الثالث وحتى الجيل السادس عندئذ.

وجد العديد من الباحثين أن طريقة SSD كانت أفضل في الحصول على تراكيب وراثية متميزة من طريقة النسب خصوصاً إذا كان معامل التوريث للصفات المنتخبة أعلى من 50% ومن الصعوبات التي توجه هذه الطريقة:

- 1- حالات العقم.
 - 2- موت النبات.
 - 3- احتياجات الحبوب الشتوية المختلفة للارتجاع.
 - 4- عدم ممارسة الانتخاب في سلالات الأجيال المبكرة.
 - 5- الحاجة إلى إكثار سلالات SSD المنتخبة و البدء بالانتخاب بعد عدة سنوات من اكتمال العمل بهذه الطريقة.
- 2- طريقة الجورة الواحدة:**

تزيد طريقة الجورة الواحدة من فرصة تمثيل كل نبات من الجيل الثاني، وفي هذه الطريقة يزرع نسل كل نبات في أي جيل كسلالة مستقلة ويجري ذلك بزراعة 4-3 بذور من كل نبات في جورة واحدة وتحصد منها البذور الناتجة عن التلقيح الذاتي لتزرع 4-3 بذور في جور أخرى في الجيل التالي...وهكذا، تحصد بذور النباتات الفردية مستقلة عندما تصل العشيرة إلى الدرجة المرغوبة من الأصالة الوراثية.

3- طريقة البذور المتعددة:

تحصد وفق هذه الطريقة 4-3 بذور من كل نبات وتخلط معا ثم يزرع جزء من البذور ويحتفظ بالباقي كاحتياطي. ويتوقف عدد البذور التي تزرع وتحصد في كل جيل على عدد السلالات التي يرغب المربي الحصول عليها من العشيرة لتقييمها، وعلى نسبة الإنبات المتوقعة.

وهناك العديد من التعديلات في طريقة التجميع لجعلها أكثر كفاءة ومن أهم هذه التعديلات:

طريقة انتخاب التجميع المحورة Modified Bulk Method:

يتم وفق هذه الطريقة انتخاب النباتات التي تحمل الصفات المرغوب فيها سنويا خلال فترة الزراعة المتجمعة وتخلط بذورها معا لتزرع في الجيل التالي، ويستمر البرنامج بعد الجيل الخامس أو السادس كما هو معروف في طريقة التجميع.

طريقة انتخاب التجميع والنسب Bulk- Pedigree Method :

تزرع النباتات في هذه الطريقة متجمعة خلال الأجيال الأولى من برنامج التربية إلى أن تكون الظروف البيئية مناسبة لظهور الصفات المرغوب فيها، فيبدأ حينئذ انتخاب النباتات الفردية ثم يستمر برنامج التربية بعد ذلك بطريقة انتخاب النسب، وقد تنتهي الزراعة المتجمعة في الجيل الثاني فتتبع التربية بطريقة انتخاب النسب أو تدوم إلى الجيل السادس، وفي هذه الحالة تكون التربية بطريقة انتخاب التجميع. تناسب هذه الطريقة الانتخاب لمقاومة الأمراض، حين يكون الاعتماد على الإصابة الطبيعية لانتخاب صفة المقاومة.

طريقة انتخاب النسب والتجميع Pedigree- Bulk Method

تتبع وفق هذه الطريقة طريقة انتخاب النسب في بداية برنامج التربية، إلى أن يتم التخلص من النباتات غير المرغوب فيها، ثم يستمر البرنامج -بعد ذلك- بطريقة انتخاب التجميع.

طريقة انتخاب التجميع الرجعي Bakcross_ Bulk Method

تتبع هذه الطريقة عندما يكون أحد الآباء المهجنة معا لبدء برنامج التربية صنفا تجاريا ناجحا ذا صفات مرغوب فيها، حيث يفضل إجراء تلقيح أو تلقيحين رجعيين معه لجمع أكبر قدر من صفاته قبل الاستمرار في برنامج التربية كالمعتاد.

رابعاً- التهجين الرجعي:

طريقة تربية تستخدم لنقل واحدة أو العديد من المورثات من أحد الأبوين إلى الآخر.

استخدم التهجين الرجعي في القمح بشكل خاص لنقل مورثات المقاومة لأمراض محددة على سبيل المثال:

أدخلت مورثات المقاومة لمرض صدأ الساق إلى الصنف Baart ليصبح Baart₃₈، كما أدخلت مورثات الصدأ المخطط Yr7 وصدأ الورقة Lrg وصدأ الساق Sr6 عبر برنامج تهجين رجعي للصنف Lemhi ليصبح Lemhi66.

عمليا القليل من مربى النبات يعتمدون على طريقة التهجين الرجعي وحدها في برامج التربية، فهي غالبا تستخدم لتحسين السلالات الأبوية الداخلة في إنتاج الصنف متعدد السلالات.

تتلخص الطريقة باختيار الآباء ثم إجراء التهجين بينهما. أحد الآباء من الأصناف المحلية المتأقلمة عالية الإنتاج، ولكن تنقصه صفة أو بعض الصفات المرغوبة (كأن يكون حساسا للإصابة بمرض ما، أو حساسا للرقاد) يدعى هذا الصنف بالآب الرجعي أو المتكرر، أما الأب الآخر فيمتاز بأنه يمتلك الصفات الجيدة التي نرغب في نقلها إلى الصنف المحلي، ويدعى هذا بالآب المعطي أو المانح.

تعد طريقة التهجين الرجعي طريقة غير مكلفة وسريعة لتحسين الأصناف. ولا تؤدي هذه الطريقة عند تنفيذها بدقة إلى تحسين فعلي وشامل نظراً لأن خواص وصفات الصنف المحسن جميعها ما عدا الصفة المدخلة من الآب المانح ستكون مشابهة إن لم نقل مطابقة لصفات وخواص الأب الرجعي قبل إجراء التهجين. ويمكن زيادة كفاءة وفعالية هذه الطريقة بدمجها مع طريقة النسب أو التجميع بهدف تحسين الصفات والخواص الأخرى.

تستخدم طريقة التهجين الرجعي بشكل مكثف في برامج تربية القمح لإدخال صفات المقاومة للأمراض وبشكل خاص الأصداء والبياض الدقيقي للأصناف المزروعة المتميزة.

وقد يعود سبب عدم مقاومة الصنف المتميز للمرض إلى ظهور سلالة فسيولوجية معينة للمرض، فإذا كان مصدر المقاومة لهذه السلالة ضمن الأصول الوراثية الموجودة بحوزة المربي، وفي حال ثبات أن صفة المقاومة بسيطة التوريث فإن اتباع طريقة التهجين الرجعي سوف تؤدي وبسرعة إلى إنتاج صنف جديد مشابه للصنف القديم ويتميز عنه بالمقاومة لهذا المرض.

ونظراً لأن الصنف الجديد سيكون مشابهاً للصنف القديم في الصفات والخصائص الإنتاجية والتكنولوجية فلا توجد حاجة في هذه الحالة للمزيد من الاختبارات والتجارب المكلفة التي تستغرق وقتاً طويلاً ويجري تعميم زراعته حيث سيلاقي القبول الواسع من الزارعين.

تعتمد الطريقة المتبعة على طبيعة التوريث والقدرة الوراثية للصفة الممنوحة على التعبير. وأبسط الصفات هي التي يتحكم بها مورث سائد كما هو في مقاومة الصدأ يجري العمل على إدخال مورث المقاومة R من السلالة المانحة إلى السلالة النقية الحساسة للمرض.

يقترَب التركيب الوراثي لسلالة التهجين الرجعي من الأصالة ومن التركيب الوراثي للأب الرجعي على أساس انخفاض نسبة الخلط الوراثي بمقدار النصف في كل جيل من أجيال التهجين الرجعي وعند الوصول لجيل التهجين الرجعي السادس يكون قد تم استعادة 99% من التركيب الوراثي للأب الرجعي، لكن السلالة المنتخبة تبقى خليطة في تركيبها الوراثي وليكن لصفة المقاومة للمرض Rr لذا يحتاج الأمر تلقيحاً ذاتياً لمدة جيلين واختبار النسل لتمييز السلالات المقاومة الأصلية RR و استبعاد التراكيب الوراثية الأخرى. (الشكل، 6)

لنذكر بخطوات برنامج التربية لنقل صفة سائدة من الأب المعطي (AA) إلى الأب الرجعي (aa)

1. يلحق الأب الرجعي مع الأب المعطي لإنتاج نباتات الجيل الأول F1 (Aa)

2. تلقح نباتات F1 (Aa) رجعياً مع الأب الرجعي (aa) لإنتاج بذور الجيل الأول للتهجين (F1 Bc1) والتي تكون منعزلة إلى aa و Aa بنسبة 1:1 في الصفة المراد نقلها.

3. ننتخب من (F1BC1) النباتات الحاملة للتركيب Aa ونلقحها رجعياً مع الأب (aa) فنحصل على (F1BC2) المنعزلة إلى aa و Aa بنسبة 1:1

4. نكرر عملية التهجين الرجعي والانتخاب حتى الحصول على (F1BC6)

المنعزلة إلى aa و Aa بنسبة 1:1

5. ننتخب النباتات Aa ونلقحها ذاتياً فنحصل على (F2BC6) فتتوزع إلى 3

تحمل الصفة السائدة و 1 تحمل الصفة المتنحية تلقح الأفراد السائدة ذاتياً

فتنتج (F3BC6) تتوزع، وتستبعد الأفراد المتنحية والأفراد التي يظهر فيها

انعزالات للصفة ويبقى ثلث الأنسال سائدا أصيلا (AA) يلقح ذاتياً لينتج

(F4BC6) تخطط بذور هذا الجيل معاً لتشكل بذور المربي Breeder seed

للصنف الجديد الذي يكون مماثلاً للأب الرجعي في جميع الصفات مضافاً

لها حملة للصفة المنقولة المرغوبة بحالة أصيلة.

ملاحظة: الصفات التي تورث عن طريق السيتوبلازم لا تورث إلا عن طريق

جاميطات الأم لذا فإنه حين يحوي الأب الرجعي صفات تورث عن طريق

السيتوبلازم يستعمل كأم في بداية برنامج التربية ثم عند كل تلقيح رجعي.

كيف يتم نقل صفة كمية باتباع أسلوب التهجين الرجعي

يتطلب نقل صفة كمية إنتاج الجيلين الثاني والثالث بعد كل تلقيح رجعي

فتلقح النباتات الناتجة من أي تلقيح رجعي ذاتياً لإنتاج الجيل الثاني الذي تنتخب منه

أكثر النباتات إظهاراً للصفة المراد نقلها وهذه تلقح بدورها لإنتاج الجيل الثالث

ولتحقيق هدفين هما:

1. اختبار نسل النباتات المنتخبة للتأكد من حملها للصفة.

2. انتخاب نباتات أصيلة في جميع الجينات التي تتحكم في الصفة التي

يراد نقلها لتلقيحها رجعياً.

يتكرر هذا الإجراء بعد كل تلقيح رجعي بما في ذلك التلقيح الرجعي الأخير وليكن

السابع ثم تلقح النباتات المنتخبة من التلقيح الرجعي الأخير ذاتياً (F4BC7) التي

تعد بمثابة بذور المربي. يتبع نفس الأسلوب عند الرغبة في نقل الصفات الكمية ذات

درجات التوريث المنخفضة ولكن يلزم زراعة أعداد كبيرة من نباتات الجيلين الثاني

والثالث بعد كل تلقيح رجعي لأن درجة التوريث المنخفضة تؤدي إلى صعوبة معرفة التراكيب الوراثية المرغوب فيها وقد يتطلب الأمر إنتاج الجيل الرابع بعد كل تلقيح رجعي للتأكد من تواجد الصفة بحالة أصيلة في النباتات المنتخبة قبل تلقيحها رجعياً. والجدير بالذكر أن لدرجة التوريث أهمية أكبر من كون الصفة كمية أو بسيطة إذ أنه من السهل تتبع صفة كمية ذات درجة التوريث المرتفعة من صفة بسيطة ذات درجة التوريث المنخفضة.

وهذا الوضع هو الأبسط حيث افترضنا أن الصفة المرغوبة:

1. يتحكم فيها مورث واحد.
2. قدرتها الوراثية على التعبير عالية.
3. لا تتأثر بمورثات محورة في كلا الأبوين.
4. لا يوجد ارتباط وراثي مع الصفات الرديئة للأب المانح.

ويفضل في بعض الأحيان إجراء الانتخاب للنباتات الناتجة من التلقيح الذاتي في الأجيال الانعزالية المبكرة، وفي غالب الأحيان تندمج طريقة التهجين الرجعي مع طريقة النسب أو التجميع لتحسين الصفات الأخرى فضلاً عن صفة المقاومة المرغوبة. يستخدم التهجين الرجعي لإدخال المورثات السائدة المرغوبة و نقل المورثات المتنحية، وفي حال المورثات المتنحية يجرى تلقيح ذاتي وانتخاب في كل دورة من دورات التهجين الرجعي.

نفذ المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا) برنامج تهجين رجعي لنقل المورثات المسؤولة عن مقاومة الصدأ الأصفر وصدأ الأوراق في القمح وعرضت النتائج تحت عنوان مورثات جديدة للقمح القاسي من تهجينات واسعة. فقد تم في الحقل تقييم ما يزيد على 2000 نبات من هجن رجعية BC2 وهجن رجعية للجيل الأول F1BC1 تم الحصول عليها من تهجينات بين صنفين القمح القاسي حوراني و شام5 بأسلاف برية وأقارب وثيقة الصلة بالقمح، من حيث المقاومة للأمراض وذلك تحت ظروف الإصابة البائية الطبيعية الشديدة بالصدأ الأصفر

وصداً الأوراق. وقد تم إنتاج التهجينات الأولية للقمح القاسي بكل من *Triticum urartu* و *T. boeoticum* و *T. dicoccoides* و *Aegilops speltoides* في موسم 95/1994، كما تم إنتاج أجيال لاحقة من التهجين الرجعي في الدفيئة. وفي موسم 98/1997، تم لأول مرة تعريض منتجات التهجين الواسع للإجهادات الإحيائية واللا إحيائية في الحقل. وقد أبدت النباتات الهجينة مدى واسعاً من التباين في التركيب المظهري بالمقارنة مع أب القمح القاسي الخاص بها وذلك في عدد من الصفات الزراعية المهمة مثل طول النبات، والقدرة على الإشتاء وعدد السنبيلات في كل سنبلة. وتم كشف نباتات كاملة الخصوبة ذات مورثة (مورثات) تمنحها مقاومة كبيرة للصدأ الأصفر في تهجيننا تشام 5 مع 601117ICWT و *T. dicoccoides* و 600116ICWT، المستقدمين من جنوبي سورية. كما وجدت أيضاً نباتات مقاومة للصدأ الأصفر وكاملة الخصوبة في تهجينات القمح القاسي بالأقمح البرية الثنائية التضاعف: "Cham5" مع *T. boeoticum* 500647ICWT و "حوراني" مع *T. Urartu* ICWT 500530. وحسب معلومات إيكاردا، فإن هذه هي المرة الأولى التي يتم فيها نقل صفة المقاومة للصدأ الأصفر من القمح المزروع الثنائي التضاعف إلى القمح المزروع الرباعي التضاعف. كما تم أيضاً تحديد المقاومة لصدأ الأوراق في تهجينين للقمح القاسي بقمح بري ثنائي التضاعف: "حوراني" مع 500652ICWT و *T. boeoticum* و "شام 5" مع 500647CWT و *T. boeoticum*. وفي التهجين الثاني، تم تحديد نباتات تتسم بمقاومة للصدأين، الصداً الأصفر وصدأ الأوراق والبياض الأمر الذي قد يكون موضع اهتمام خاص للمربين. وكانت بعض نباتات BC2 الناتجة عن تهجينات "شام 5" و *Ae. speltoides* منيعة للصدأ الأصفر وصدأ الأوراق والبياض الدقيقي وصدأ الساق. إلا أن جميع أنسال *Ae. speltoides* كانت عقيمة وكان لابد من إجراء تهجينات رجعية إضافية لها مع أب القمح القاسي.

نقل صفتين أو أكثر إلى صنف واحد

إذا احتوى الصنف على صفتين هامتين أو أكثر ورغب المربي في نقلهما معاً إلى الصنف الرجعي فإنه يسلك إحدى الطريقتين:

1. نقل الصفات معاً في برنامج تربية واحد: يلزم في هذه الحال زراعة أعداد كبيرة من نباتات كل جيل رجعي وكذلك عند إنتاج الجيلين الثاني والثالث بعد كل تلقيح رجعي لإتاحة الفرصة لظهور انعزالات تجمع الصفات المراد نقلها معاً.

2. نقل الصفات في برامج تربية مستقلة ومتوازية: تعامل كل صفة مستقلة في برنامج تهجين رجعي منفصل وفي نهاية البرنامج نحصل على أصناف جديدة لا تختلف عن الأب الرجعي إلا في احتواء كل منها على صفة جديدة من الصفات المراد نقلها وبتلقيح هذه الأصناف معاً ثم إنتاج الجيل الثاني نحصل على انعزالات وراثية تجمع الصفات المرغوبة معاً بحالة أصيلة بالإضافة إلى صفات الأب الرجعي .

تفضل الطريقة الثانية على الأولى للأسباب التالية:

1. يصعب تقييم النباتات في كل الصفات المراد نقلها في آن واحد (في الطريقة الأولى)

2. تحتاج الطريقة الأولى إلى زراعة أعداد كبيرة من النباتات بعد كل تلقيح رجعي للحصول على نبات واحد على الأقل من التركيب الوراثي المرغوب.

مثال: تلزم زراعة 72 نباتاً على الأقل بعد كل تلقيح رجعي للعثور على نبات واحد على الأقل من التركيب الوراثي المرغوب وفق الطريقة الأولى، وتلزم زراعة 82 نبات وفق الطريقة الثانية عند الرغبة في نقل أربع صفات بسيطة سائدة.

تأثير الارتباط بين الصفة المنقولة وغيرها من الصفات على برنامج التربية

تنتقل الصفات المرتبطة بالصفة التي يراد نقلها تلقائياً وغالباً ما تكون هذه الصفات غير مرغوب بها خاصة تلك القادمة من الأنواع البرية إلى الأنواع المزروعة عبر برامج التهجين الرجعي، إلا أن فرصة التخلص من هذه الصفات كبيرة وتتوقف على نسبة العبور بين المورثات المسؤولة عن هذه الصفات والمورثات المسؤولة عن الصفة المرغوبة وتتوقف أيضاً على عدد التهجينات الرجعية. على فرض تم انتخاب الصفة المرغوبة فإن احتمال التخلص من الصفات غير المرغوبة:

$$\text{احتمال التخلص من الصفات غير المرغوبة} = 1 - (1 - \text{ع})^{\text{ت}+1}$$

$$\text{ع} = \text{نسبة العبور} \quad \text{ت} = \text{عدد التلقيحات الرجعية}$$

يبين الجدول (6) احتمال التخلص من الجينات غير المرغوب فيها في حالتها التلقح الرجعي لخمس أجيال والتلقيح الذاتي بفرض حدوث عبور من 0.001 - 0.5

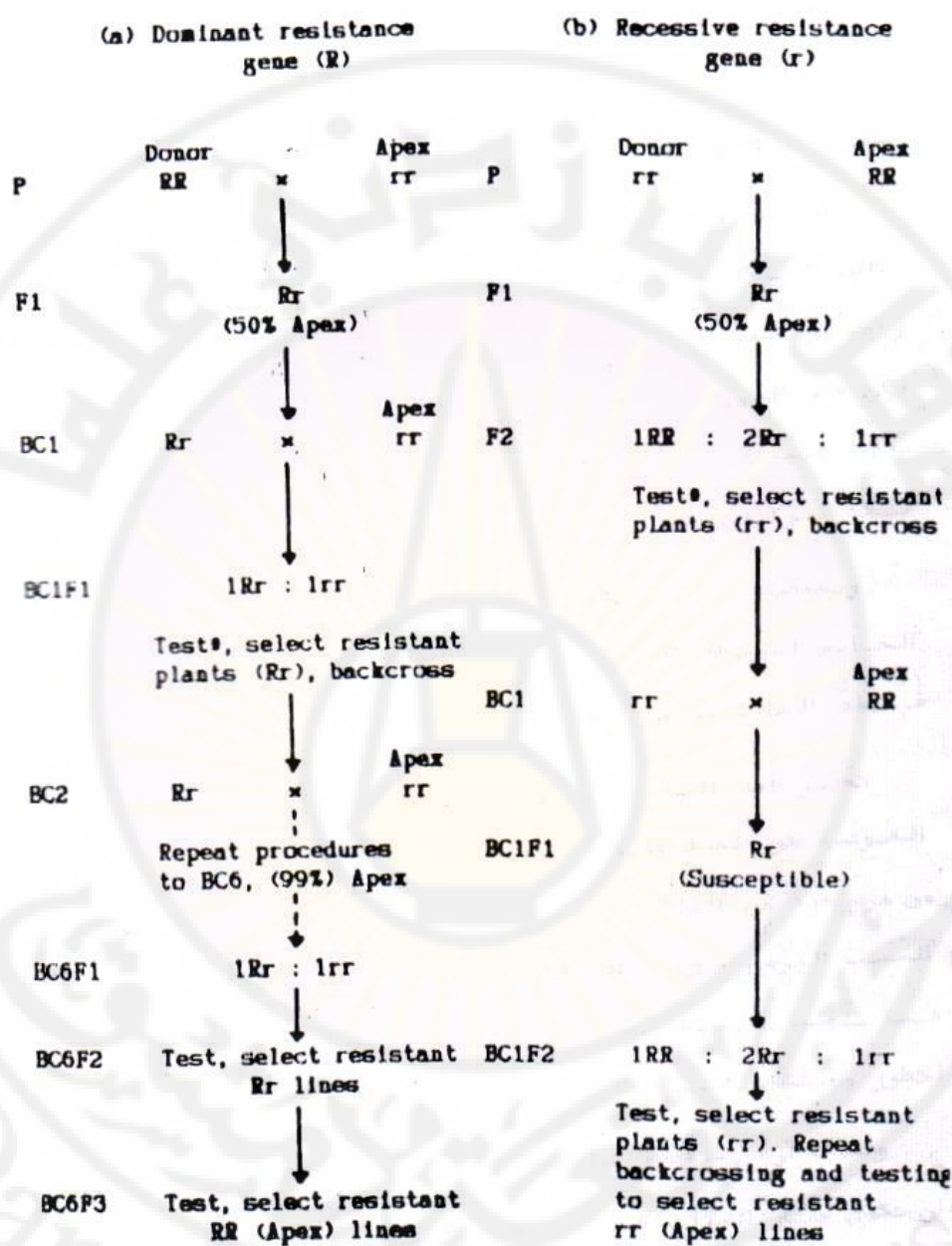
جدول (6) احتمال التخلص من الجينات غير المرغوبة

نسبة العبور	إجراء خمسة تلقيحات رجعية	تلقيح ذاتي
0.50	0.98	0.50
0.20	0.74	0.20
0.10	0.47	0.10
0.02	0.11	0.02

0.01	0.06	0.01
0.001	0.006	0.001

يتبين من الجدول أن التهجين الرجعي يزيد من فرصة التخلص من الصفات غير المرغوبة مقارنة مع التلقيح الذاتي.

لا يقتصر استخدام التهجين الرجعي على الصفات البسيطة ذات معامل التوريث العالي تمكن Knott and taikudar (1971) من نقل صفة وزن الحبة التي يتحكم بوراثتها عدد من المورثات بنجاح في القمح باستخدام التهجين الرجعي.



الشكل (6) مراحل برنامج التهجين الرجعي لنقل مورثات المقاومة للصنف الحساس Apex

-إلى اليمين المورثات المسؤولة عن المقاومة متنحية

-إلى اليسار المورثات المسؤولة عن المقاومة سائدة

خامساً- التهجين بين الأنواع:

يلجأ مربّي النبات إلى التهجين بين أنواع وأجناس مختلفة عندما يتعذر عليه العثور على الصفات المرغوب فيها داخل النوع الذي ينتمي إليه المحصول الذي يقوم بتحسينه.

أصبح بالإمكان نقل بعض المورثات المفيدة من أنواع أو أجناس القمح المزروع عن طريق التهجين

ولقد جرت محاولات لتهجين القمح مع بعض الأجناس النجيلية القريبة كالشيلم والشعير وقد كانت الهجن الناتجة عقيمة استعادت خصوبتها لدى مضاعفة صبغيات الهجين.

معظم الهجن النوعية التي ينفذها مربّي النبات تكون بين القمح المزروع وأنواع برية قريبة منه بغرض نقل المورثات المرغوبة من الأنواع البرية ، ومن الطبيعي أن يتلقى الجيل الأول الهجين نصف مورثاته من الأب البري لذا فهو غير صالح للزراعة التجارية ويتطلب الأمر إجراء العديد من التلقيحات الرجعية إلى النوع المزروع في محاولة لكسر الارتباطات غير المرغوب فيها بين مورثات النوع المزروع والنوع البري.

وغالبا ما يكون الغرض الأساسي من التهجين البعيد هو نقل صفات المقاومة للأمراض الأوراق في القمح ويعد العديد من أنواع *Aegilops* و *Agropyron* ذات قيمة عالية خصوصا المقاومة للصدأ والبياض الدقيقي والتقمح وبعض الأمراض الفيروسية كما يفيد التهجين البعيد بين القمح والشيلم أو القمح والشعير في نقل صفات المقاومة للأمراض والإجهادات البيئية ولتحسين نوعية الحبوب.

تعتمد درجة القرابة بين الأقماح السداسية AABBDD والأنواع الأخرى على درجة التماثل أو الاختلاف في المجموعات الصبغية وعلى درجة التضاعف. فأكثر الأنواع قرابة للقمح الطري *T.aestivum* هو القمح الرباعي *T.turgidum*(AABB) وسلفه الثنائي *T.monococcum*(AA) والنوع *T.tauschii*(DD) الذي كان

يعرف سابقا باسم *Aegilops squarrosa* ، ويأتي في المرتبة الثانية بعض الأنواع الرباعية والسداسية الأخرى مثل *T.timopheevi*(AG) و *T.ventricosum* (DMu) و *T.juvenale*(DMCu) لوجود مجموعة صبغية مشتركة واحدة. أما الأنواع الأكثر بعدا عن القمح السداسي فهي *T.umbellulata*(U) و *T.comosum*(M) . وتحديد هذه العلاقات القائمة بين أنواع القمح ذات أهمية أساسية في تحديد ما يمكن تحقيقه وإنجازه من نجاح من التهجين النوعي في جنس القمح *Triticum*. وهناك ثلاثة أساليب تستخدم لنقل المورثات المفيدة من الأنواع القريبة للقمح المزروع وهي :

1. استخدام التهجين لنقل المورثات المرغوبة بشكل مباشر عندما يكون النوع الآخر شديد القرابة للقمح، ويحدث اقتران الصبغيات والعبور الوراثي بشكل طبيعي، فعندما يكون الأب المانح من الأنواع الوثيقة الصلة بالقمح المزروع كأن يحتوي على مجموعة صبغية مشتركة أو أكثر فأن هناك إمكانية محددة لإجراء التهجين المباشر مع القمح ، وقد يحتاج الأمر في بعض الأحيان إلى استخدام أساليب خاصة كزراعة الأجنة . فيمكن تهجين الأنواع الرباعية مباشرة مع الأنواع السداسية بينما يحتاج الأمر مع الأنواع الثنائية إلى تهجينها أولا مع الأنواع الرباعية، والهجن الناتجة تهجن مع الأنواع السداسية ثانيا (التهجين الوسيط) . وهناك بعض الأنواع الثنائية يمكن تهجينها بشكل مباشر مع الأنواع السداسية. يحدث اقتران الصبغيات والعبور في الهجن الناتجة، وبالتالي يمكن ممارسة الانتخاب ضمن الانعزالات لتحديد وفصل التراكيب الوراثية الجديدة المرغوبة . وقد حقق بعض النجاح في التهجينات المجراة في العشرينات والثلاثينات من القرن الحالي بين القمح القاسي *T.turgidum* والقمح الطري *T.aestivum* لنقل مورثات المقاومة لصدأ الساق من القمح القاسي، وأيضاً بين النوع الرباعي *T.dicoccum* والقمح

الطري لنقل صفة المقاومة لصدأ الساق وغيرها من الصفات . يستخدم النوع *T.ventricosum*(DM) كمصدر لصفة المقاومة لمرض التبقع eye spot حيث يهجن النوع *T.ventricosum* أولاً مع النوع الرباعي *T.turgidum* ويجري له التضاعف الصبغي، ثم يهجن المتضاعف الهجينى ($2n = 56 = 8x$) بعد ذلك مع القمح الطري *T.aestivum* وتنتخب النباتات التي تحتوي على 42 صبغياً من أنسال التلقيح الذاتي والتهجين الرجعي. ويستخدم النوع الرباعي (AG) *T.timopheevi* كمصدر لمقاومة صدأ الساق ، بينما يستخدم النوع الثنائي (AA) *T.monococcum* عبر الهجين الوسيط مع *T.turgidum*(AABB) لتحسين صفات الخبز في القمح الطري .

2. وعندما يكون الأب المانح غير قريب للقمح فإن احتمال عدم حدوث الاقتران وإعادة التوافق كبير جداً. ويمكن استخدام الإشعاع لتشجيع انتقال Translocations قطعة من الصبغي الغريب إلى صبغيات القمح . وهذا الأسلوب ضروري جداً عندما لا يحدث الاقتران بسبب التمايز الصبغي للآباء وبالتالي عدم تكوّن بذور هجينة، وقد كان العالم الشهير Sears أول من طبق بنجاح هذه الطريقة لنقل صفة المقاومة لصدأ الأوراق من النوع *T.umbellulata* للقمح الطري، والنوع البري *T.umbellulata* من الأنواع الثنائية المتوطنة ويمتلك المجموعة الصبغية UU أي عدم وجود مجموعة صبغية مشتركة بين النوعين وبالتالي عدم إنتاج هجن خصبة بينهما. فقد هجن في بادئ الأمر النوع *T. umbellulata* والنوع الرباعي *T.turgidum*(=*T.dicoccoides*) كهجين وسيط ثم ضاعف صبغيات هذا الهجين. أجرى بعد ذلك التهجين الرجعي مرتين مع القمح الطري وحصل على نباتات تمتلك المجموعة الكاملة من صبغيات القمح الطري إضافة إلى

صبغي إضافي من *T. umbellulata* يحمل مورث المقاومة لمرض الصدأ (الشكل، 7). ونظرا للآثار السلبية للصبغي المنقول على الصفات المحصولية للقمح المزروع، إضافة إلى أنه ليس لديه القدرة على الاقتران مع أي من صبغيات القمح فقد قرر Sears استخدام أشعة X وبهذا تمكن من نقل جزء من الصبغي الغريب الذي يحمل مورث المقاومة للصدأ . ومن بين 6091 نباتا نتجوا من تلقيح سنابل القمح الطري بحبوب لقاح النباتات المعاملة بالإشعاع وجد Sears فقط 40 نباتا كانوا يحملون المجموعات الصبغية الكاملة للقمح الطري ($2n = 42$) إضافة لجزء من أحد صبغيات النوع *T. umbellulata* المنقول لصبغيات القمح وبالتحديد للصبغي 6B ويقاومون مرض صدأ الأوراق (Sears , 1961). كما تمكن باحثون آخرون من نقل صفة المقاومة لمرض صدأ الأوراق والبياض الدقيقي من الشيلم للقمح باتباع الأسلوب نفسه.

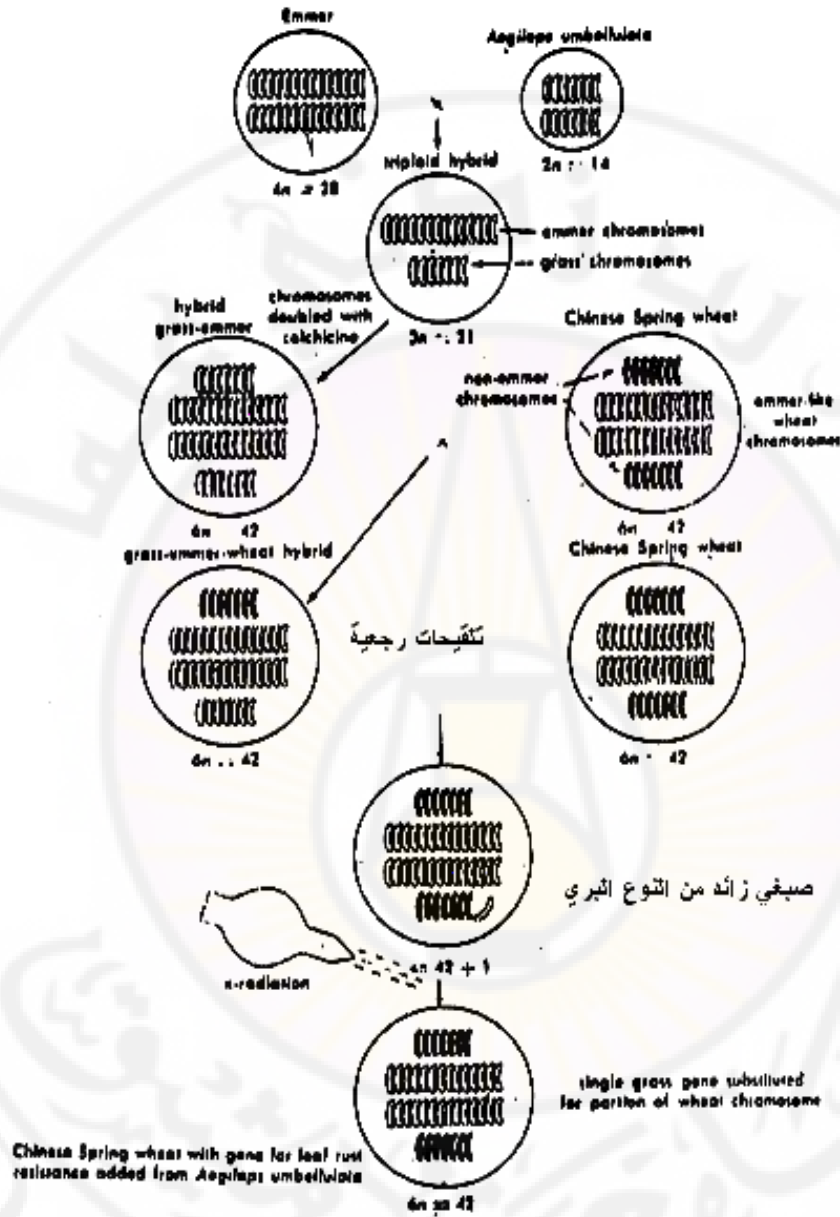
3. تعديل التحكم الوراثي لاقتران الصبغيات بهدف تمكين الصبغيات المتشابهة من الاقتران وحدوث العبور وإعادة التوافق بين صبغيات القمح والنوع الغريب الآخر. تمتلك الأقماح المتضاعفة وسائل تحكم وراثية لإحباط أو منع اقتران Pairing الصبغيات المتشابهة، ويعني هذا فشل أو إحباط عملية الاقتران بين صبغيات القمح مع صبغي مضاف أو مستبدل من صبغيات الأنواع القريبة الأخرى، والذي يعوق عمليات الاستفادة من هذه الأنواع في تحسين القمح المزروع .

يتحكم بالاقتران موقع وراثي واحد ph متوضع على الذراع الطويل L للصبغي 5B في القمح الطري. ويعني هذا أن استبعاد الذراع الطويل للصبغي 5B سيشيح للصبغي الغريب الذي يتمتع بتشابه كاف ليقترن بأحد صبغيات القمح ويتوافق معه .وقد فتحت هذه الآلية آفاقا متنوعة في الوراثة الخلوية للقمح مع التأكد بشكل خاص على التهجين البعيد ونقل المورثات الغريبة للقمح المزروع . إضافة لهذا فقد وجد أن التراكيب الوراثية من

النوعين الثنائيين *T.tripsaciodes* و *T.speltiodes* لديها القدرة على تثبيط فاعلية وعمل النظام 5BL مما يتيح أيضاً فرصة اقتران الصبغيات الشبيهة . تستخدم هاتين الآليتين لإحداث الاقتران بين الصبغيات المتشابهة بشكل واسع خصوصاً لتسهيل عمليات نقل مورثات المقاومة للأمراض من الأنواع الأخرى . ومن المعتقد أن التأثيرات السلبية لهاتين الطريقتين أقل من طرائق إحداث الانتقالات الصبغية. ويعود السبب في هذا إلى أن انتقال قطعة من الصبغي الغريب إلى صبغيات القمح ستؤدي إلى فقد قطعة بنفس الحجم من أحد صبغيات القمح بما تحمله من مورثات ذات فاعلية وتأثير على سلوك نباتات القمح المزروع .

ومن ناحية أخرى تفضل طريقة الانتقالات الصبغية نظراً لأن نقل المورثات يتم عن طريق العبور Crossing over وأن التراكيب الجديدة سوف تحدث فقط بين المورثات المرغوبة في موقع واحد محدد من الصبغي . وهذا المكان قد يكون مشغولاً بعدد من المورثات القيمة . كما أن المعاملة بالإشعاع تمكن من نقل المورث الغريب إلى أي صبغي من صبغيات القمح . مما يعني هذا زيادة احتمال نجاح عملية النقل وزيادة فرصة نقل هذا المورث إلى موقعين وراثيين أو أكثر مما يؤدي بالضرورة إلى زيادة فعالية وكفاءة بعض المورثات الهامة .

وتعد طريقة الانتقالات الصبغية هامة في الحالات التي لا تتشابه فيها صبغيات القمح والنوع الآخر بالرغم من إحباط نظام 5BL . وقد أظهرت الدراسات الحديثة حول موضوع التحكم الوراثي أن هناك مورثات محمولة على الصبغي 5A و 5D و 5B تشجع الاقتران بين الصبغيات الشبيهة. ويعني هذا أن مقدار الاقتران يتوقف على التوازن بين المورثات المشجعة والمورث ph المثبط للاقتران.



الشكل (7) قمح صيني ربيعي يحمل مورث المقاومة لمرض صدأ الورقة المنقول إليه من *T.umbellulata*

سادساً- التهجين بين الأجناس

يعتقد أن أنواعا كثيرة قد نشأت -طبيعيًا- من هجن نوعية بعيدة، وبعض الهجن نتجت من أجناس نباتية مختلفة، فقد نشأ القمح والشوفان والقطن والتبغ وقصب السكر (نباتات متضاعفة هجينية) من هجن نوعية بعيدة.

يعد التريتيكالي *Triticosecale sp.* أحد محاصيل العائلة النجيلية ، وهو من الحبوب الصغيرة ويمثل أول محاولة ناجحة لتخليق محصول جديد بالتهجين بين جنسين مختلفين هما قمح الخبز السداسي *Triticum vulgare* والشيلم *Secale cereale* وذلك بهدف جمع صفة المقاومة للبرودة الموجودة في الشيلم مع الصفات المرغوب فيها للقمح.

يتشابه التريتيكالي مع القمح من الناحية المورفولوجية (شكل النبات و صفات الحب) إلا أنه يمتاز عنه بزيادة كل من قوة النمو وحجم الحبة وطول السفا. عرفت من التريتيكالي أنواع سداسية ($2N=6X=42$) وأخرى ثمانية ($2N=8X=56$) منذ أكثر من مائة عام، تكونت الأولى (السداسية) عندما هجن القمح الرباعي ($2N=4X=28$) مع الشيلم ($2N=2X=14$) ثم ضوعفت صبغيات الجيل الأول الهجين، ونتاجت الأنواع الثمانية بتهجين القمح السداسي ($2N=6X=42$) مع الشيلم ($2N=2X=14$) ثم ضوعفت صبغيات الجيل الأول الهجين، ونظرا لسهولة إنتاج وخصوبة الطرز الثمانية فقد حظيت باهتمام أكبر في بادئ الأمر، إلى أنه تبينت أفضلية الطرز السداسية التي كانت أكثر خصوبة ، كما أنتجت طرز رباعية من التريتيكالي على نطاق تجريبي فقط وتبين أنها أقل في صفاتها الحقلية والتجارية من الطرز الأخرى.

يعد الشيلم من الأجناس النجيلية المتصفة بقيمة عالية كمصدر لزيادة الاختلافات الوراثية في القمح ويعتقد (Sears 1968) أن المجموعة الصبغية للشيلم المزروع *Secale cereal* على درجة من القرابة والتشابه مع القمح بنفس درجة القرابة والتشابه بين المجموعات الصبغية الثلاث D,B,A وبالتالي فإنه من المتوقع اقتران صبغيات الشيلم مع صبغيات القمح بشكل جيد خصوصا لدى استبعاد الصبغي 5B .

جرت محاولات محدودة لتهجين القمح مع الشعير. وقد كانت الهجن الناتجة عقيمة ذاتيا. ولدى تلقيحها بحبوب لقاح القمح لم تنتج إلا عددا محدودا من الحبوب , وقد فشلت المحاولات التي بذلت لإنتاج هجن متضاعفة خصبة باستخدام الكوليشيسن. وعوضا عن ذلك أنتجت نباتات تحتوي على 49 صبغيا, 42 من القمح , و 7 من الشعير بعد إجراء التهجين الرجعي مع القمح، وقد كان الهدف التربوي من التهجين بين القمح والشعير هو محاولة نقل صفة تحمل الملوحة ومقاومة فيروس النقرم الأصفر للقمح المزروع.

سابعا- تربية القمح الهجين

يعرف الصنف الهجين بأنه الجيل الأول المستعمل في الإنتاج التجاري ويتم التوصل إليه بتلقيح سلالتين نقيتين أو صنفين محسنين، وتكون الآباء عادة سلالات نقية مرباة، وعندما يتم تهجينها تنتج هجنا تظهر عليها ظاهرة قوة الهجين Heterosis المتجلية بزيادة الغلة بدرجة أعلى مما في حال طرائق التربية التقليدية. وتعد الميزة الأساسية لهذا النظام هي إمكانية الحصول على الهجن خلال عام واحد فقط بعد أن يتم الحصول على الآباء المحسنة في برامج تحسين الأصول الوراثية. حظيت التربية بطريقة إنتاج الأصناف الهجين باهتمام المربين أكثر من الطرق الأخرى لعدة أسباب نذكر منها:

1. الزيادة الكبيرة في إنتاج الأصناف الهجينة مقارنة بالأصناف الأخرى.
2. تتميز الأصناف الهجينة بالتجانس مع قوة النمو، وتلك الصفات لا يمكن الحصول عليهما مجتمعين بأية طريقة أخرى من طرق التربية.
3. مرونة برنامج التربية بالتهجين، حيث يمكن للمربي جمع الصفات المرغوبة فيها في الهجن المنتجة بالاختيار الدقيق للآباء.
4. لا يمكن الحصول على بعض الصفات المرغوب فيها إلا في الأصناف الهجين (الطرز ثلاثية التضاعف).

5. يعد إنتاج الأصناف الهجينة أفضل الطرق لحفظ حقوق المربي، ربما كان ذلك من أهم الأسباب التي دفعت شركات البذور إلى التوسع في إنتاج الأصناف الهجينة، حيث تستطيع السيطرة على إنتاجها لاحتفاظها بسرية آباء الهجن. تظهر الأصناف الهجينة اختلافات ملحوظة من جيل لآخر. وتتجلى هذه الاختلافات في الصفات والخواص بزيادة عدم التماثل في التعبير الوراثي لهذه الصفات كغلة الحبوب ومقاومة الأمراض -على سبيل المثال- والنتيجة النهائية لعدم التماثل هذا هو انخفاض الغلة.

وبخلاصة القول يجب على المنتجين كي يتخلصوا من انخفاض الغلة شراء البذار الجديد كل عام من مؤسسات البذار . وبشكل موجز فإن تربية الهجن تعطي مزايا وفوائد لمؤسسات الإكثار من خلال إنتاج وتسويق البذار الهجين فالأصناف الهجينة تحتاج لوقت أقصر لإنتاجها وتطويرها لذا تتخفض تكاليف إنتاج البذار ويزداد حجم التسويق .

وبالنسبة للمنتج فإن الأصناف الهجينة تعطي إنتاجا عاليا يتفوق على الأصناف التقليدية بسبب ظهور ظاهرة قوة الهجن Heterosis وتزداد تكاليف شراء البذار في نفس الوقت . وباعتبار أن غلة الأصناف الهجينة تزداد بشكل ملحوظ فإن هذه الكلفة الإضافية ستعوض عن طريق زيادة الإنتاج .

يستفيد المربي من بعض الظواهر النباتية الطبيعية في تسهيل إنتاج الهجن وإجراء التلقيحات في القمح ومن هذه الظواهر العقم الذكري Male Sterility التي تنتشر انتشارا واسعا في المملكة النباتية لدرجة أنها وجدت في أي محصول بحث فيه عنها. بدأ استخدام اصطلاح القمح الهجين في عام 1950 عندما وجد العالم الياباني كيهارا العقم الذكري السيتوبلازمي في أنسال التهجين بين النوع *Ae.caudata* والقمح الطري. وقد دلت التجارب في ذلك الوقت على توارث هذه الصفة عن طريق النبات الأم. كما اكتشف نظام شبيه للعقم نتيجة التهجين بين النوع *Ae.ovata* والقمح القاسي. واتضح ثانياً أن جنس حشيشة الماعز *Aegilops* ساهم بنقل صفة العقم

الذكري السيتوبلازمي للأجيال اللاحقة. ولسوء الحظ رافق نظام العقم الذكري السيتوبلازمي المكتشف في أنواع حشيشة الماعز صفات سيئة كانخفاض قوة الهجين والتأخير في النضج وانخفاض نسبة الإنبات. لذلك اعتبر نظام العقم الذكري هذا محدود القيمة في برامج التربية، وبالتالي بدأ البحث والتنقيب عن مصادر أخرى للعقم الذكري السيتوبلازمي.

ففي عام 1957 أنتجت بعض برامج التربية في الولايات المتحدة وطورت سلالات عقيمة الذكر وسلالات مرجعة للخصوبة. وفي عام 1961 قدم Wilson and Ross من جامعة كنساس نتائج استخدام نظام جديد من العقم المنحدر من النوع *T.timopheevi* الخالي من التأثيرات الضارة المصاحبة لنظام العقم المنحدر من أنواع *Aegilops* . ومن هذا بقيت الحاجة مستمرة لإيجاد نظام إعادة الخصوبة من أجل إنتاج هجن خصبة الذكر .

ويمكن تلخيص أهم السمات التي يتصف بها نظام العقم الذكري السيتوبلازمي - وإعادة الخصوبة CMS - RF المنحدر من النوع *T.timopheevi* بالآتي :

1. يتحكم بنظام إعادة الخصوبة المستتبط من *T.timopheevi* عدد من المورثات (أكثر من مورث واحد) .
2. يمكن أن يحور العقم الذكري بوساطة المورثات الكابحة والتفاعل بين التركيب الوراثي والبيئة، وهذا التفاعل غالبا ما يكون تأثيره عاليا في الهجن.
3. وجود مورثات العقم وإعادة الخصوبة في النوع *T.timopheevi* معا. وقد استخلص مربو النبات من هذه النتائج أن إعادة الخصوبة لم تكن سهلة أو ممكنة وبدون الاسترجاع الكامل لخصوبة الذكر.

تنخفض نسبة العقد وتكوين الحبوب في النباتات الهجينة نظرا لعدم إخصاب بعض الأزهار وبالتالي تنخفض الغلة. ومن الضروري معالجة صفة إعادة الخصوبة حتى يصبح بالإمكان إنتاج القمح الهجين على الصعيد التجاري . وقد وجد Ghazal(1977) من خلال عمله على نظام العقم وإعادة الخصوبة المنحدر من

القمح التيموفيقي أن أعلى نسبة لإعادة الخصوبة لم تتجاوز 85% تحت ظروف القطر المصري.

يتطلب الحصول على القمح الهجين حل المسائل الآتية:

1. تحديد الظروف البيولوجية الملائمة لإزهار وإخصاب القمح
2. دراسة الأسباب الوراثية والبيولوجية للعقم الذكري
3. البحث عن المصادر الوراثية للعقم ودراستها بدقة
4. دراسة القدرة على التوافق للسلالات
5. دراسة نظام إعادة الخصوبة

في نهاية الستينات اقترح مربو القمح عددا من الخطط البديلة لتطوير أساليب وطرائق إنتاج القمح الهجين تتميز بكفاءة عالية وتتضمن هذه الخطط ما يلي:

1- البحث عن مصادر جديدة للعقم وإعادة الخصوبة وتطوير وتحسين المصادر الحالية منها:

طورت خطط جديدة تضمنت تكوين قاعدة وراثية عريضة جدا للآباء واختبار هذه الآباء لليلة وصفات الجودة، وكذلك الأمر تطوير المصادر القديمة والبحث عن مصادر جديدة لنظام العقم وإعادة الخصوبة

تميزت المصادر الجديدة بسهولة المعالجة الوراثية نظرا لأن مورثا سائدا واحدا يتحكم بالعقم. وكنتيجة لذلك أصبح بالإمكان إنتاج السلالات A (السلالة العقيمة) R (السلالة المعيدة للخصوبة) B (سلالة تنبثق مآبرها خارج الأزهار وبالتالي يمكن انتقال حبوب اللقاح للنباتات الأخر)

أنت المصادر الجديدة للعقم من الأنواع *Ae. speltoides* , *T.zhukoveski* , *T.araraticum* , *Ae. cotschii* , *Ae. variabilis* بينما استتبطت المصادر الجديدة لإعادة الخصوبة من الأنواع *Ae. caudata* و *Ae. ampel* بالإضافة إلى النوعين *Ae. cotschii* و *Ae. variabilis* .

من ضمن المصادر المختلفة للعقم الذكري السيتوبلازمي وإعادة الخصوبة تبين أن الأنواع *Ae.speltoides* و *Ae.cotschii* و *Ae.variabilis* هي الأكثر كفاءة كمصادر للعقم وإعادة الخصوبة وتعطي هجيناً عالية الغلة. في الأنواع الثلاثة السابقة كان العقم كاملاً وكذلك إعادة الخصوبة ويتحكم بكل من هاتين الصفتين مورث سائد واحد . إضافة إلى ذلك كان سيتوبلازم *Ae.speltoides* مشابهاً لسيتوبلازم *T.timopheevi*. وبسبب هذا التشابه أصبح بالإمكان نقل المجموعات الصبغية الغربية المنقولة بنجاح لسيتوبلازم *T.timopheevi* أيضاً لسيتوبلازم النوع *Ae.speltoides*.

و بذلت جهود مماثلة لتطوير الأنظمة القديمة واعتمد في هذا المجال على توسيع القاعدة الوراثية والانتخاب للقدرة على الخلط وفهم وراثته أنظمة العقم - إعادة الخصوبة في القمح. هذه النقاط المحددة تميزت بها برامج التربية لتطوير الأنظمة القديمة.

أول أصناف القمح الأحمر القاسي الناتجة عن استخدام أسلوب CMS-RF وزع عام 1978 من قبل شركتي بايونير ودكالب كسلالة تجريبية. ومع ذلك لم تصل هذه السلالة لدرجة التفوق لعدة أسباب منها حاجة هذه الأصناف لاختبارات إضافية للتأكيد على استمرار الإنتاج في المناطق البيئية المختلفة، ولم يكن البذار الموزع نقي تماماً بل كان أكثر قابلية للإصابة بالأمراض وذا إنتاجية منخفضة مقارنة بالأصناف التقليدية، ولم تكن كميات البذار كافية لتلبية حاجات التوزيع. هذه الصعوبات المتعلقة بالإنتاج التجاري جعلت الشركتين المنتجتين تسحب الأصناف الهجينة من السوق.

أصبح إنتاج وتوزيع أصناف القمح الهجين الناتجة عبر نظام CMS-RF حقيقة واقعة في السنوات 1982 - 1986 فقد أنتجت إحدى شركات البذار الأمريكية صنفاً هجيناً أسمته باونتي Pounthy أظهر تفوقاً في تجارب المقارنة المتقدمة في عام 1981 وحتى الآن. إن نجاح مجموعة أصناف باونتي غيرت آراء العديد من المربين

الذين توقفوا عن العمل بالقمح الهجين، حيث أصبح بالإمكان نجاح هذا الأسلوب التربوي وإنتاج القمح الهجين على الصعيد الاقتصادي والبيولوجي.

2- استخدام العقم الذكري الوراثي لإنتاج الهجين:

تشير الدراسات الوراثية إلى أن صفة العقم الذكري الوراثي صفة متنحية يتحكم بها زوج واحد من العوامل الوراثية، وتشير أبحاث أخرى إلى خضوع الصفة لثلاثة عوامل وراثية متنحية.

بذلت الجهود في الستينات من هذا القرن لتطوير نظام CMS-RF . وقد استمر العمل من قبل الهيئات والمنظمات العلمية لتطوير نظام للعقم الذكري الوراثي لإنتاج القمح الهجين. ويختلف عن العقم الذكري السيتوبلازمي في أن صفة العقم الذكري تتحكم بها المورثات الموجودة في النواة ولا تتضمن تفاعلا بين النواة والسيتوبلازم. وتكون الأمهات عقيمة الذكر إذا احتوت فقط على مورثات إعادة الخصوبة بحالة متنحية أصيلة ضمن تركيبها الوراثي .

ويصبح الهجين بين الأب العقيم (السلالة A) الذي يحتوي على عوامل إعادة الخصوبة بحالة متنحية والسلالة R التي تحتوي على عوامل إعادة الخصوبة بحالة سائدة خصبا، لأن النسل الناتج سيحتوي على عوامل إعادة الخصوبة بحالة خليطة. ونظرا لأن المورث rf متتح أمام المورث RF لذا فإن وجود التركيب الوراثي rf RF سيعطي نباتات خصبة الذكر. ومن الملاحظ هنا أن كل الآباء المستخدمة في هذا النظام سداسية التضاعف (6X) وبالتالي سيكون النسل سداسي التضاعف أيضا. وبعد اكتشاف العقم الذكري الوراثي مباشرة ظهرت مشاكل عدة حيث تبين أنها أكثر جدية وخطورة من العقبات التي لم يتم تذليلها في نظام العقم الذكري السيتوبلازمي، نذكر من هذه المشاكل:

1. . ظهرت هذه المشاكل عند معالجة هذا النظام الوراثي في مستويات

التضاعف الأعلى

2. التفاعل بين الوراثة والبيئة وعدم استقرار التعبير الوراثي للمورثات

3. مشاكل نظام المورثات المتعددة

4. التفاعل بين المورثات والمورثات المحورة أو المعدلة .

هذه المشاكل جعلت القمح الهجين المنتج عن طريق العقم الذكري الوراثي يعطي إنتاجاً أدنى وتكون النباتات حساسة للإصابة بالأمراض والتفحم السائب . ونظراً لوجود هذه المشاكل الكبيرة المرتبطة بنظام العقم الذكري الوراثي المكتشف في أواخر السبعينات توقفت كافة الجهود المبذولة لتطوير هذا النظام .

3- استخدام المواد الكيماوية المثبطة لحبوب اللقاح أو القاتلة للأعراس المذكورة.

عدم نجاح العقم الذكري الوراثي في إحداث العقم أدى إلى البحث عن أساليب جديدة لإنتاج القمح الهجين، فقد تم استخدام مواد كيميائية تحدث قتلاً لحبوب اللقاح، واعتبر نظام قاتلات الأعراس المحور الثالث من محاور إنتاج القمح الهجين ويسمى أيضاً بمثبطات حبوب اللقاح. ومثبطات حبوب اللقاح ما هي إلا إحدى منظمات النمو التي تنقل إلى فصوص المثير وتسبب عقم حبوب اللقاح .

بدأت الأبحاث على تطوير نظام قاتلات الأعراس لإحداث العقم الذكري في القمح في بداية الستينات أولى قاتلات الأعراس التي تم إنتاجها واستخدمت بنجاح كانت مركب الماليك هيدرازيد MH. وقد وجهت معظم الأبحاث المقامة على الماليك هيدرازيد MH لتحديد المعدل الأمثل وزمن وموعد الرش على النباتات لكي تسبب أعلى نسبة من العقم الذكري، فإذا تم الرش في وقت غير ملائم أو بمعدلات أو كميات غير ملائمة فيمكن أن تسبب قاتلات الأعراس تأثيرات متعادلة أو ضارة كإحداث عقم للبويضات في نباتات القمح .

ومن بين المحاصيل التي استخدم فيها الماليك هيدرازيد كانت استجابة القمح هي الأفضل. ومع ذلك لم تكن استجابة كافة الأصناف واحدة للرش بمركب MH . وقد حصلت بعض الأضرار للمحصول كإنخفاض الغلة نتيجة حدوث عقم للبويضات .

ثم استخدم الإثيل Ethrel لإحداث العقم الذكري في القمح . وهذا المركب يشابه مركب MH إلا أنه أكثر كفاءة لتحقيق الهدف الأساسي وهو إحداث العقم الذكري

في القمح. ومع ذلك ظهرت التأثيرات على نباتات القمح كإحداث العقم في البويضات أيضا عند استخدام هذا المركب وجعلت إمكانية استخدامه كمثبط لحبوب لقاح القمح ضعيفة.

ثم طورت هرمونات نباتية طبيعية لقتل الأعراس، وحيث إن قاتلات الأعراس هي نوع من هرمونات النباتية فإن هذه النتائج قدمت مجالا جديدا لإنتاج الأعراس ذات كفاءة عالية ومتخصصة في إحداث العقم الذكري للقمح. صاحب استخدام قاتلات الأعراس ظهور بعض العقبات التي أثرت على كفاءة وفعالية هذا النظام.

فمثلاً يعد الوقت اللازم لرش قاتلات الأعراس حرج جدا ودقيق، فإذا تم الرش في وقت غير ملائم فيمكن ألا يظهر أي تأثير للمركب أو يسبب تأثيرات ضارة جداً. وقد تتأثر كفاءة الرش بهبوب الرياح وهطول الأمطار إضافة إلى تكاليف الرش بهذه المركبات وما ينجم عن ذلك من زيادة تكاليف إنتاج البذار الهجين .

ومن جهة أخرى يمكن استخدام السلالات الناتجة من برامج التربية التقليدية بشكل مباشر كأباء لإنتاج القمح الهجين. كما أن الاختلاف في طرائق تطوير وإنتاج الآباء بين نظام العقم الذكري السيتوبلازمي ونظام قاتلات الأعراس سيؤدي إلى خفض تكاليف إنتاج البذار وكذلك تكاليف الأيدي العاملة وموارد الإنتاج والمساحات اللازمة من الأرض الزراعية.

ومع هذا تبقى تكاليف اختبار الهجن كما هي عليه في نظام العقم الذكري السيتوبلازمي بغض النظر عن طريقة إحداث العقم الذكري .

ثامناً- الأصناف عديدة السلالات:

الصنف عديد السلالات هو خليط من سلالات القمح ليحقق هدفا معينا في الصنف الناتج كالمقاومة لمرض معين مثل الصدأ المخطط وتتضمن طريقة التربية هذه الخطوات الآتية:

1. تهجين الصنف الحساس إلى جميع الأصناف الحاملة للمورثات المسؤولة

عن المقاومة لسلالات الصداً المخطط

2. تهجين الجيل الأول الناتج عن الأب الحساس مع جميع السلالات المقاومة

رجعياً مع الصنف الحساس، ومتابعة العمل كما هو معروف في طريقة

التهجين الرجعي، ويتوقف عدد أجيال التلقيح الرجعي بعدد العوامل المتحركة

بالصفة المنقولة.

يحتاج إنتاج وتطوير الصنف متعدد السلالات إلى اتباع طريقة التهجين الرجعي

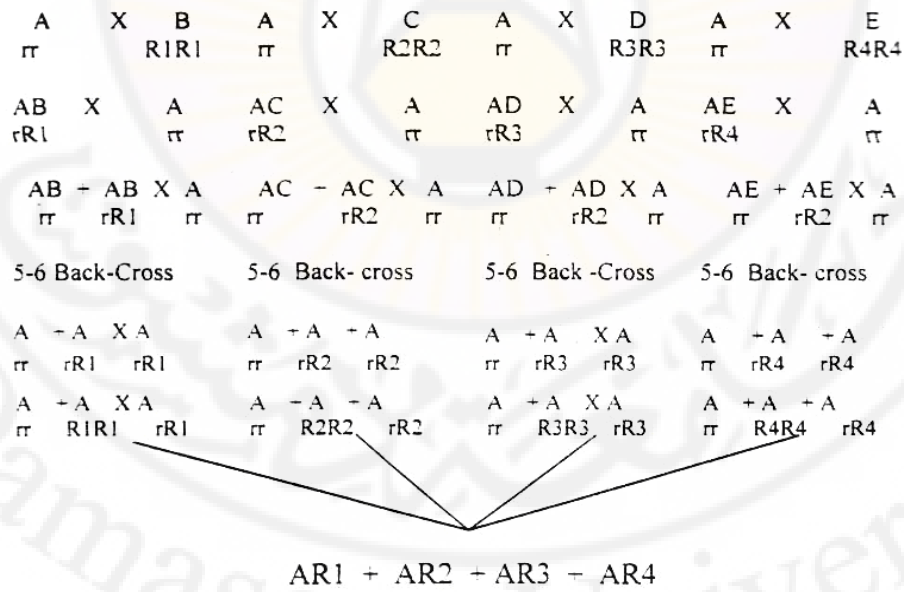
والغريلة المكثفة للتراكيب الوراثية المتوفرة وإجراء اختبارات التفاعل المرضي وحصر

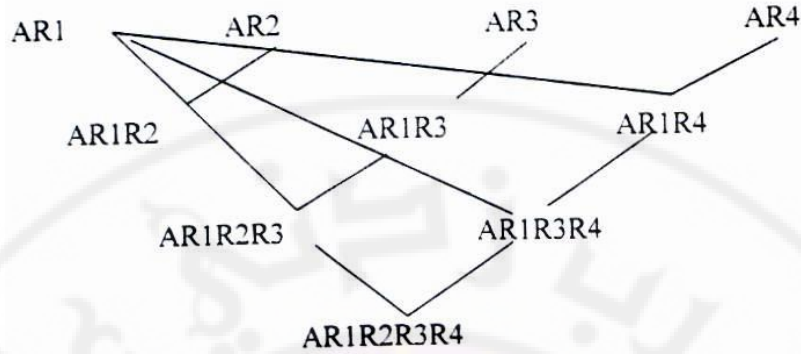
السلالات الفيزيولوجية السائدة وإجراء الاختبارات المحصولية لمكونات الصنف.

ينصح باستخدام الأصناف عديدة السلالات في المناطق التي ينتشر فيها مرض

معين، والشكل (8) يبين طريقة استنباط صنف متعدد السلالات يحمل أربعة عوامل

وراثية سائدة للمقاومة.





الشكل (8) طريقة استنباط صنف متعدد السلالات يحمل أربعة عوامل وراثية سائدة للمقاومة

تاسعاً- التربية بالطفرات

يلجأ مربّي النبات إلى التطفير في حال عدم توفر الصفات المرغوبة في جيربلاسم المحصول، أو عندما لا يرغب في إحداث أي تغيير وراثي في صنف تجاري هام.

تعد التربية بالطفرات الطريقة المثلى لتحسين المحصول وإكسابه الصفات المطلوبة ولا يُعتد بانخفاض معدل حدوث الطفرات أو بزيادة نسبة الطفرات الضارة ، فإن طفرة واحدة مفيدة من كل ألف طفرة يمكن أن تسهم في تحسين المحصول بشكل جوهري خلال فترة زمنية وجيزة، وبجهد أقل مما في طرق التربية الأخرى.

الطفرة هي تغيير ثابت في التركيب الوراثي تحدث باستخدام أشعة x وجزيئات ألفا - بيتا -جاما و النيترونات والبروتونات أو الديوترونات وبعض المواد الكيميائية تعمل بها أجزاء نباتية مختلفة مثل:

1. معاملة حبوب اللقاح
2. معاملة البذور
3. معاملة الأجزاء الخضرية
4. معاملة مزارع الخلايا والأنسجة

ويكون للعوامل المحدثة للطفرات تأثيرات فيزيولوجية وأخرى وراثية فتؤدي معاملة البذور إلى زيادة في قوة نمو البادرات التي تنمو منها، وتحدث المعاملة

بالعوامل المطفرة تأثيرات وراثية تكون على شكل طفرات عاملية (تغير في التركيب الجزيئي للمورث) أو تحورات صبغية أو كليهما معا. إحداث الطفرات هو الخطوة الأولى في أي برنامج تربوي ويصبح هدف المربي هو إعادة ترتيب وتجميع المورثات على نحو مرغوب. ويجب مراعاة بعض الاعتبارات أثناء اختيار المادة المحدث للطفرة قبل البدء بالبرنامج :

1. مدى توفر الاختلافات الطبيعية
 2. سهولة وإمكانية استخدام المواد المحدث للطفرة
 3. حجم العشيرة المطلوب
 4. الجهود والتكاليف المبذولة مقارنة مع الطرق الأخرى
- وتتأثر مدى فاعلية العوامل المطفرة في إحداث الطفرات بالعوامل الآتية:
1. مستوى الأوكسجين: في الجزء النباتي المعامل، فكلما ارتفع مستوى الأوكسجين زادت الأضرار، وزادت معدلات التحورات الصبغية نسبة إلى الطفرات العاملة.
 2. المحتوى الرطوبي: يرتبط بمستوى الأوكسجين في النسيج ، فكلما ارتفع المحتوى الرطوبي انخفض مستوى الأوكسجين. ويختلف أثره حسب العوامل المطفرة فهو أكثر أهمية بالنسبة لأشعة X وجاما مقارنة مع النيوترونات.
 3. درجة الحرارة: ليس لها تأثير يذكر عند المعاملة بالإشعاع، ولكنها على درجة كبيرة من الأهمية بالنسبة للمعاملة بالمركبات الكيميائية .
 4. الظروف السابقة للمعاملة: نقع البذور بالماء قبل المعاملة يؤثر في معدل حدوث الطفرة.
 5. الظروف التالية للمعاملة: يجب ألا تخزن البذور المعاملة بالإشعاع لأكثر من أسابيع قليلة قبل زراعتها، ويفضل تخزينها في وسط خال من الأوكسجين. ويفضل غسل البذور المعاملة بالمركبات الكيميائية بماء جارٍ لمدة 8 ساعات ثم زراعتها.

تتصف المواد المحدثه للطفرات بالآتي :

1. تحدث الطفرات عشوائيا ضمن التركيب الوراثي وهي ليست محددة بصفة أو مورث معين
 2. تتصف معظم المورثات بتعدد الأثر
 3. معظم الطفرات المحدثه هي طفرات ضارة قد تؤدي إلى خفض النمو وإحداث عقم جزئي
 4. غالبية الطفرات متتحيه ولا تميز قبل الجيل الانعزالي الأول
 5. يجب اتباع طرق غربلة وانتقاء خاصة في تربية الطفرات
 6. بشكل عام تؤدي المعاملة بالإشعاع إلى إحداث الشذوذ الصبغي بينما المواد الكيماوية تؤدي لطفرات موضعية
- وتجدر الإشارة إلى أنه لا يمكن توجيه العوامل المطفرة نحو مورث معين لتغييره وإنتاج أليل جديد منه، وإنما تحدث الطفرات بصورة عشوائية، ويكون للظروف السابقة للمعاملة تأثير بالغ في مدى الاستجابة لها، ومن أهم العوامل المؤثرة التغذية المعدنية للنبات، ودرجة تضاعف النبات.
- خطوات برنامج تربية الطفرات:

1. اختيار المادة المطفرة وتحديد الجرعة المثالية والتركيز المثالي.
 2. معاملة الحبوب (يمكن معاملة حبوب الطلع) يرمز للحبوب المعاملة M0.
 3. تزرع البذور M0 لتعطي نباتات الجيل الطافر الأول M1 المتماثلة في جميع صفاتها، ولكن تلاحظ في بعض الحالات وجود نباتات ذات حيوية عالية أو ذات سنابل كبيرة أو مبكرة أو متأخرة في الإنبال تعلم هذه النباتات وتنتخب، وبالمقابل تلاحظ طفرات يخضورية على بعض النباتات لا تمكنها من استكمال دورة حياتها.
- بصورة عامة لا يطبق الانتخاب على الجيل الأول لأن أغلب الطفرات هي من النوع المتنحي.

4. تحصد سنابل M1 بشكل مستقل ويحتفظ بقراءة 20 حبة من كل نبات، وتزرع في سطر منفصل لإنتاج الأنسال والحصول على M2 وسبب الفصل هو أن انعزال المورثات الكبيرة للطفرات المحدثه سيقارب أكثر للنسبة الوراثية لانعزال موقع وراثي واحد، وبالتالي يحتفظ بالسلالات الطافرة المختلفة وتستبعد السلالات غير الطافرة كليا
5. تزرع عائلات الجيل الطافر الثاني M2 بطريقة زراعة سنبله/ سطر بنفس طريقة زراعة الجيل الثاني F2 في انتخاب النسب، ويجب أن يكون حجم عائلات M2 كافيا لتحديد الانعزالات في المورث الطافر.
- الأشكال الطافرة الأولى التي يجب ملاحظتها هي طفرات اليخضور وغيرها من طفرات الشكل الظاهري للنبات، وقد وجد غزال ومسعود والفارس بعض طفرات اليخضور وسلالة طافرة أخرى حساسة جدا لصدا الأوراق عند معاملة القمح الحوراني بأشعة جاما بجرعات مختلفة، كما وجدوا طفرات قصيرة الساق في الحوراني والسيناتور كابلي.
6. تنتخب النباتات في M2 التي تظهر عليها التغيرات الاقتصادية وتحصد بشكل منفصل، لتزرع في خطوط وبمسافات كافية لإعطاء M3. تؤخذ قراءات خاصة بالنمو والتطور وتسجل خصائص كل نبات (تماما مثل طريقة النسب)
7. تزرع حبوب النباتات المنتخبة من M3 في قطع صغيرة بهدف مقارنة السلالات في الجيل الطفروي الرابع M4 وتؤخذ القراءات الخاصة بالنمو والتطور، وقد تزرع في مكررات في حال توفر كمية كافية من الحبوب.
8. تنفذ تجارب مقارنة المحصول في M5 - M6 - M7 بين السلالات بوجود الصنف الأصلي كشاهد وأفضل الأصناف المعتمدة.
- تعد طفرات قصر الساق من أهم الطفرات وأعلاها قيمة في القمح يليها طفرات المقاومة للأمراض وزيادة محتوى الحبوب من البروتين

تتحمل الأنواع السداسية والرباعية من القمح ذات الطبيعة المتضاعفة الاختلافات الناجمة عن الطفرات الصبغية، والسبب هو تكرار مواقع المورثات في المجموعات الصبغية المختلفة

وإحدى النتائج المنبثقة عن تكرار مواقع المورثات هي وجود نظائر متعددة لكل موقع وعندما تحدث الطفرة في أحد النظائر يبقى النظير الطافر مختبئ في الجيل الطافر الثاني ولا يظهر أثره إلا في الجيل الطافر الثالث.

يمكن إحداث التغيير في المورثات الصغيرة أو المتعددة التي تتحكم بوراثة الصفات الكمية عن طريق إحداث الطفرات وهذا التغيير يمكن الاستفادة منه في تطوير الأصناف الجديدة ويبدأ العمل بالصفات الكمية في الجيل الطافر الثالث بطريقة مشابهة لطريقة النسب

الفصل الثاني

الشعير

الاسم الانكليزي Barley

الاسم اللاتيني *Horduem vulgare*

العائلة النجيلية *Gramineae = Poaceae*

النشأة الوراثية والتقسيم النباتي:

يعود تاريخ جمع الإنسان الطعام من مصدر نباتي 17000 سنة قبل الميلاد،

وقد اشتمل الغطاء النباتي على كل من القمح البري *Triticum dicoccides* والشعير البري *Hordeum spontaneum* وقد رافق الشعير القليل من الأنواع النباتية خلال المرحلة الانتقالية قبل مرحلة الزراعة.

عمد المزارعون إلى زراعة الشعير لآلاف السنين كمحصول يوفر الغذاء والعلف على حدّ سواء. ويشير الدليل الذي تقدّمه الآثار على أن الشعير كان خلال فترة ما أكثر شعبيةً من القمح في منطقة شمالي إفريقيا، إذ يحمل هذا المحصول سمعة طيبة على اعتباره غذاء الأقوياء، وكان جزءاً مهماً من الوجبة الغذائية للمقاتلين الرومان، الذين أطلق عليهم اسم *Hordearii* أي رجال الشعير. ويزرع الشعير اليوم على نطاق واسع لتغذية الحيوانات أو لصناعة المالت. ولا يزال يحتل موقع البديل عن القمح كغذاء، لاسيما في المناطق المرتفعة والمرتدية الهطل المطري حيث تعيش أعداد كبيرة من أشد الشعوب فقراً في العالم.

يعد الشعير من أقدم المحاصيل المزروعة في العالم، فقد زرعه معظم الحضارات القديمة ما قبل التاريخ، واستعملته في صناعة الخبز وفي تغذية الحيوان. وأدى دورا مهما في تطور الحضارات الإنسانية البدائية، وقد تم استئناسه من سلالات وجدت في منطقة آسيا الوسطى (سورية والعراق وفلسطين والأردن وإيران وتركيا).

ينتمي الشعير *Hordeum* إلى العائلة النجيلية (Gramineae) = Poiceae والقبيلة (Triticeae = Hordeae) وتحت قبيلة (Triticeae)، ويضم حوالي (30) نوعاً. وتتضمن أنواع الشعير تحت ثلاث مجموعات وفقاً لأعداد صبغياتها (2n = 14, 28, 42). ويتصالب الشعير البري *H. spontaneum* مع الشعير المزروع بشكل طبيعي. وتتميز جميع الأنواع البرية للشعير بأنها ثنائية الصفوف. ولا يعرف أي نوع لعب دوراً في تطور الشعير.

ويعتبر الشعير أحد المحاصيل الأولى التي تم استزراعها في الشرق الأوسط (Harlan، 1968 و Harlan and Zohary، 1966). ولقد كشفت الحفريات عن أن الشعير البري ذو السنابل الهشة منتشر في سورية (المربيط) منذ (8000) سنة

قبل الميلاد. و لقد سجلت نفس المشاهدات في جنوب الأردن، والعراق حيث يعود تاريخها إلى (6800) سنة قبل الميلاد.

وجد الشعير المزروع في إيران، وسورية وفلسطين وتركيا حيث يعود تاريخه إلى الألفين السادس والسابع قبل الميلاد (1969, Renfrew).
كان الشعير المكتشف مبكراً ذا صفيين وحبوبه مغطاة، ولكن الشعير ذو الستة صفوف والشعير العاري، كان قد ظهر منذ (6000) سنة قبل الميلاد (Helback, 1966 و Renfrew, 1969 و Murray, 1970).

تطورت زراعة الشعير أولاً في الشرق الأوسط، في الأراضي الجافة وشبه الجافة ثم تطور الري، وروي الشعير منذ الألف السادس قبل الميلاد في سهول ما بين النهرين وفي مصر (وادي النيل). و لقد ظهر في الفيوم في مصر حيث يعود تاريخه إلى (4500) سنة قبل الميلاد. وتشير الكتابة الهيروغليفية إلى أن الشعير كان أكثر أهمية من القمح في الغذاء في ذلك التاريخ. وكان للسومريين إله للشعير دون القمح. و لقد بدأ أن الشعير، أصبح الزراعة الوحيدة منذ 1800 سنة قبل الميلاد، حيث كان المحصول الوحيد المحتمل للملوحة العالية.

وتشير الدراسات أن الشعير قد وصل إلى اسبانيا في الألف الخامس قبل الميلاد ووصل إلى سهل الرين في فرنسا بعد ذلك بقليل. و انتشرت زراعته شرقاً إلى الهند (3000 سنة قبل الميلاد)، ووصل بعد ذلك إلى الصين. ولم يعرف تاريخ وصوله إلى إثيوبيا حيث احتل المناطق المرتفعة وأصبح المحصول السائد فيها. وتعتبر إثيوبيا مركز نشوء ثانوي للشعير .

وما زال منشأ الشعير المزروع من الناحية الوراثية ومن وجهة نظر التطور مجال مناقشة ولم يحدد بعد . إذ يعتقد البعض أنه نشأ من الشعير البري **H. spontaneum** بينما يعتقد البعض الآخر بأن كلا من الشعير البري ذو الصفيين، والشعير ذو الستة صفوف قد نشأ بشكل مستقل، ومن نباتات برية مختلفة. ففي حين نشأ الشعير ذو الصفيين المزروع من النوع البري **H. spontaneum** يعتقد

بأن الشعير المزروع ذو الستة صفوف نشأ من النوع البري ذو الستة صفوف *H. agriocrithon* . إلا أن اعتبار الشعير البري *H. spontaneum* كأصل للشعير المزروع يبقى أكثر منطقية بالاعتماد على صفاته البرية وتوزعه الجغرافي وتعدد أشكاله . وبذلك يكون الشعير *H. agriocrithon* قد نشأ من تهجين الشعير البري ذي الصفيين *H. spontaneum* مع الشعير المزروع ذو الستة صفوف، أو ربما يكون قد نشأ تحت تأثير إحدى الطفرات الوراثية على المورثة (V) في الشعير ذي الصفيين البري المذكور، ونتج عن ذلك القرين المتحى (v) ذو الستة صفوف .
الأصول الوراثية للشعير :

1- الأصناف المحلية التقليدية : Land races :

تتميز أصناف الشرق الأوسط بمقاومتها للجفاف والحبوب الكبيرة، والسنابل القصيرة، وعدد الحبوب القليل في السنبلة ووزن /1000/ حبة كبيرة و إشطاء وفير، وهي مقاومة للأمراض المحلية وظروف التربة السيئة كالملوحة. تتميز الطرز الصينية واليابانية بقصر سوقها فهي مقاومة للرقاد، وهي صغيرة الحبة و سنابلها كثيرة الحبوب. ويتميز الشعير الإثيوبي العاري Highproli بكونه عالي المحتوى البروتيني (14-18%) وكذلك اللايسين حيث يشكل (46%) من كمية البروتين.

2 - الاصناف المستنبطة حديثا :

تعتبر هامة جدا للعمل التربوي، فالأصناف الأوروبية والأمريكية والكندية تمتاز بالإنتاج العالي والمقاومة للرقاد، ونوعية الحبوب جيدة، لكنها لا تتحمل الجفاف. وتتميز أصناف الاتحاد السوفيتي القديم بتحملها للصقيع، و بقيمتها الغذائية العالية وخواصها التكنولوجية المتميزة. وتحمل الأصناف المستنبطة حديثا صفات المقاومة لمختلف السلالات الفسيولوجية من المسببات المرضية.

3 - الأنواع البرية والمزروعة للشعير :

1 - *Hordeum vulgare* : ويضم تحت الأنواع التالية:

أ - *Subsp. spontaneum* ($2n = 2x = 14$).

ب - *Subsp. vulgare* ($2n = 2x = 14$).

ينتشر تحت النوع *Subsp. spontaneum* من اليونان ، إلى مصر وجنوب غرب آسيا ، وشرقا في إيران وأفغانستان وغرب باكستان وجنوب الاتحاد السوفيتي القديم. بينما ينتشر تحت النوع *Subsp. vulgare* في حوض المتوسط وأثيوبيا وفي جنوب غرب آسيا باتجاه الصين واليابان، ويزرع حاليا في جميع المناطق المعتدلة في العالم. وينتشر الشعير ذو الصفيين في المناطق الجافة بينما ينتشر الشعير ذو الستة صفوف في المناطق الأكثر مطرا.

2 - *H. bulbosum* ($2n = 14, 28$) :

يتواجد هذا النوع في مناطق البحر الأبيض المتوسط، ويتجه شرقا إلى أفغانستان وجنوب الاتحاد السوفيتي القديم، وهو مقاوم للبياض الدقيقي .

3 - *H. murinum* ($2n = 14, 28, 42$) :

ويضم تحت الأنواع التالية :

أ - *Subsp. glaucum* ($2n = 14$).

ب - *Subsp. Liporinum* ($2n = 28, 42$).

ج - *Subsp. murinum* يمتلك الجينوم (Y) وهو ($2n = 48$).

وينتشر في وسط أوروبا، وحوض المتوسط، وشمال أفريقيا، وجنوب غرب آسيا وجنوب الاتحاد السوفيتي القديم، وإيران وأفغانستان. وهي نباتات حولية وذاتية التلقيح.

4 - *H. pusillum* ($2n = 14$) :

ينتشر في الولايات المتحدة الأمريكية، وقليل في كندا والمكسيك.

5 - *H. intercedens* (2n = 14):

ينتشر في الولايات المتحدة الأمريكية.

6 - *H. euclaston* (2n = 14):

ينتشر في وسط الأرجنتين والاوروغواي، وجنوب البرازيل.

7 - *H. fluxuosum* (2n = 14):

يتواجد في الأرجنتين والاوروغواي.

8 - *H. muticum* (2n = 14):

في شمال غرب الأرجنتين، وشمال شرق تشيلي، وبوليفيا والبيرو والإكوادور وكولومبيا.

9 - *H. chilense* (2n = 14):

ينتشر في تشيلي والأرجنتين.

10 - *H. stenostachys* (2n = 14):

ينتشر في أواسط وشمال الأرجنتين، والاوروغواي، وجنوب البرازيل.

11 - *H. pubiflorm* (2n = 14):

ينتشر في الأرجنتين و تشيلي .

12 - *H. halophilum* (2n = 14):

ينتشر في الأرجنتين، و تشيلي، و بوليفيا، و البيرو.

13 - *H. comosum* (2n = 14):

ينتشر في تشيلي والأرجنتين.

14 - *H. jubatum* (2n = 28):

ينتشر في المكسيك، الولايات المتحدة الأمريكية، كندا، ألاسكا، وشرق سيبيريا، ولقد أدخل إلى أمريكا الجنوبية وأوروبا وآسيا الوسطى كعشب.

15 - *H. arizonicum* (2n = 42):

ينتشر في جنوب أريزونا، وجنوب شرق كاليفورنيا وشمال مكسيكو.

16 - *H. procerum* (2n = 42):

ينتشر في الأرجنتين والاوروغواي.

17 - *H. lechleri* (2n = 42):

ينتشر في تشيلي، و الأرجنتين.

18 - *H. marinum* (2n = 14, 28):

ينتشر في شرق و غرب و وسط أوروبا، وحوض المتوسط وجنوب غرب آسيا، وجنوب غرب الاتحاد السوفيتي القديم، وإيران وأفغانستان وغرب باكستان.

ويضم تحت الانواع التالية :

أ - *Subsp. marinum* (2x).

ب - *Subsp. gussoneanum* (2x).

ج - *Subsp. gussoneanum* (4x).

19 - *H. secalinum* (2n = 28):

ينتشر في جنوب السويد، و وسط الدانمرك، والساحل الأطلسي لأوروبا حتى اسبانيا، ومناطق موزعة في حوض المتوسط، ومناطق قليلة في شمال أفريقيا.

20 - *H. capense* (2n = 28):

ينتشر في جمهورية جنوب أفريقيا (فقط في المناطق المرتفعة).

21 - *H. bogdanii* (2n = 14):

ينتشر في آسيا الوسطى، وغرب إيران وأفغانستان وشمال غرب باكستان، وشمال الهند وجنوب سيبيريا، ومنغوليا وشمال الصين.

22 - *H. roshevitzii* (2n = 14):

ينتشر في جنوب سيبيريا ومنغوليا وشمال وسط الصين.

23 - *H. brevisubulatum* (2n = 14, 28, 42):

ينتشر من تركيا وحتى شمال شرق الصين. ويضم تحت الأنواع التالية:

أ - *Subsp. brevisubulatum* (2n = 14, 28).

ب - *Subsp. violacium* (2n = 14, 28).

ج - *Subsp. nevskianum* (2n = 14, 28).

د - *Subsp. turkistanicum* (2n = 28, 42).

هـ - *Subsp. iranikum* (2n = 28, 42).

24 - *H. brachyantherum*:

وينتشر غرب أمريكا الشمالية من كاليفورنيا وحتى مكسيكو إلى ألاسكا. ويضم تحت الأنواع التالي:

أ - *Subsp. brachyantherum* (2n = 28, 42).

ب - *Subsp. californicum* (2n = 14).

25 - *H. depressum* (2n = 28):

ينتشر في غرب الولايات المتحدة الأمريكية. ويعتبر وسط كاليفورنيا هو منطقة انتشاره.

26 - *H. guatemalense* (2n = 28):

ينتشر في شمال غواتيمالا.

27 - *H. erectifolium* (2n = 14):

ينتشر في غرب بيونس أيرس (الأرجنتين).

28 - *H. tetraplloidum* (2n = 28):

ينتشر في الأرجنتين.

29 - *H. fuegianum* (2n = 28):

ينتشر في جنوب تشيلي.

30 - *H. parodii* (2n = 42):

ينتشر في الأرجنتين، و جنوب تشيلي.

31 - *H. patagonicum* (2n = 14):

ينتشر في جنوب أمريكا الجنوبية، و تشيلي والأرجنتين.

ويضم تحت الأنواع التالية:

أ - Subsp. *patagonicum*.

ب - Subsp. *setifolium*.

ج - Subsp. *santacrucense*.

د - Subsp. *mustersii*.

هـ - Subsp. *magellanicum*.

.

أهداف تربية الشعير

تتلخص أهداف تربية الشعير بالآتي:

1. القدرة الإنتاجية العالية لمحصول الحبوب والقش .
2. المقاومة للأمراض المختلفة خاصة أمراض التبغع والبياض الدقيقي والأصداء والتفحيمات.
3. تحمل ملوحة مياه الري والتربة .
4. تحمل الجفاف.
5. الصفات الغذائية والتكنولوجية المرغوبة .
6. التكبير في النضج مع المحافظة على المحصول العالي.
7. الملائمة لصناعة المولت.

يرتكز عمل مربي الشعير على تحسن صفات وخواص الغلة والنضج والجودة ومقاومة الرقاد والأمراض والحشرات، وهناك صفات ثانوية أخرى قد يهتم بها المربي في بعض الأحيان كإنتاج الأصناف العارية أو الطرز غير المسفاة أو ذات السفا الناعم، كما قد يهتم بغلة العلف في المناطق التي يرعى فيها الشعير في المراحل الأولى من نموه في الخريف والشتاء. ويجب أن تركز جهود التربية حول تحسين صفة أو صفات محددة لكل منطقة من مناطق الإنتاج .

1- التربية لتحسين الغلة :

أكد Williams et al., (1988) أن تحسين الغلة يتطلب دراسة العديد من

النواحي منها:

1. العلاقة بين نمو النبات والغلة
 2. مكونات الغلة والعلاقة فيما بينها وبين الغلة
 3. أثر العوامل البيئية على الغلة ومكوناتها
- يجب على المربي تحديد المكون الأكثر تأثيراً في الغلة لاستخدامه كمعيار للانتخاب، لما كان محصول الحبوب يتحدد بثلاثة مكونات هي (عدد السنابل في

وحدة المساحة، عدد حبوب السنبله ومتوسط وزن الحبة) فإن أي عملية زراعية ترفع من قيمة واحد أو أكثر من هذه المكونات لأنها تؤثر على نحو إيجابي على محصول الحبوب .

أولا : عدد السنابل في وحدة المساحة :

يتأثر إشتاء النبات ودليل الإشتاء (نسبة عدد السنابل إلى عدد الفروع الكلية) بالظروف البيئية المحيطة، فيتأثر بنوع التربة وقوامها وقدرتها على حفظ الماء وملوحتها وملوحة مياه الري ويؤثر موعد الزراعة على إشتاء النبات حيث إن الإشتاء العالي يتم في الفترة من 18 - 28 يوما من عمر النبات والتبكير أو التأخير عن الموعد المناسب للزراعة يجعل فترة الإشتاء إما في فترة تزيد فيها حرارة الجو أو تقل عن الدرجة المثلى، ويؤثر هذا على النظام الإنزيمي الذي بدوره يؤثر على عملية الإشتاء، كما تؤثر عمليات خدمة الأرض قبل الزراعة على الإشتاء عن طريق تأثيرها على قدرة حفظ الأرض للماء خاصة تحت نظام الزراعة المطرية، وبالتالي يتأثر عدد السنابل في وحدة المساحة، وكلما زاد معدل البذور عن الحد الأمثل زادت المنافسة بين النباتات على المياه والعناصر الغذائية فيقل عدد السنابل في وحدة المساحة، كما أن الإجهاد المائي للشعير في طور الإشتاء الفعال (عند عمر 18-25 يوما من الزراعة) يؤثر تأثيرا كبيرا على عدد فروع النبات وعدد سنابله، والإجهاد المائي في فترة طرد السنابل يؤثر على عدد السنابل في وحدة المساحة، ويؤثر نقص التسميد بالعناصر الغذائية الكبرى (أزوت ، فوسفور ، بوتاسيوم) على عدد السنابل في وحدة المساحة وينخفض عدد السنابل في وحدة المساحة في الأراضي الموبوءة بالأعشاب .

ثانياً : عدد حبوب السنبله

يتأثر عدد حبوب السنبله بالظروف البيئية المحيطة، فيتأثر بموعد الزراعة حيث أن التقديم أو التأخير في موعد الزراعة يجعل تكوين السنابل في فترة غير مناسبة، فتتأثر عدد السنبيلات بدرجات الحرارة السائدة، ويؤثر الإجهاد المائي

والغذائي على تكوين السنابل، وبالتالي عدد سنيبلات السنبله ويؤثر الإجهاد المائي في فترة طرد السنابل والإزهار على عدد السنيبلات الخصبة وبالتالي عدد حبوب السنبله .

ثالثاً: متوسط وزن الحبة :

تؤثر العمليات الزراعية على وزن الحبة، فخدمة الأرض قبل الزراعة يرفع من قدرتها على حفظ الماء وتهوية التربة مما يؤدي إلى تكوين نمو خضري جيد ينعكس على حجم ووزن الحبة، كما تؤثر درجة ملوحة التربة ومياه الري على حجم ووزن الحبة. يؤثر موعد الزراعة على التبكير أو التأخير في موعد طرد السنابل، فإن صادف طرد السنابل ارتفاع حرارة الجو فإن ذلك يؤدي إلى ضمور الحبوب نتيجة زيادة فقد الماء من الأرض بالبخار ومن النبات بالنتح ونقل العصارة الغذائية بالأنسجة ويقل انتقال نواتج عملية التمثيل الضوئي للحبوب. والإجهاد المائي أثناء فترة إمتلاء الحبوب الناتج عن نقص الرطوبة الأرضية و ارتفاع حرارة الجو وتأخير الري أو عدم سقوط الأمطار ينتج عنه حبوب ضامرة ويقل وزن الحبة .

لا تختلف مشاكل التربية لتحسين الإنتاج المحصولي في الشعير عن مثيلتها في القمح . وتتضمن التربية للغلة العالية ما يلي :

1. الحصول على تراكيب وراثية قوية النمو وعالية الإنتاج .
2. إنتاج سلالات لديها القدرة على الإنتاج الجيد ضمن الظروف الملائمة للنمو وأيضاً ضمن الظروف غير الملائمة.

وتتوقف الغلة على عدد من الخصائص النباتية كقوة النمو والقدرة على الإشتاء والتطور الجيد للجذور والقدرة على تكوين الحبوب. وتقاس الغلة بكمية الحبوب المنتجة في وحدة المساحة. وتتأثر الغلة أيضاً بالتبكير في النضج ومقاومة الأمراض والحشرات والبرودة والجفاف والرقاد وعدم انفراط الحبوب .

وقد جرت محاولات مستمرة في محاصيل الحبوب عموماً لتحديد بعض الخصائص النباتية التي ترتبط بالغلة. ومن ثم انتخاب هذه الخصائص والصفات البسيطة التي تحقق الانتخاب للغلة العالية في نفس الوقت، وقد وجد من حصيلة الدراسات المتعددة على الشعير أن الأصناف السداسية الصف بشكل عام كانت أعلى إنتاجاً من الأصناف الثنائية الصف. كما كانت الطرز المسفاة والمغطاة بالعصافات أعلى إنتاجاً من الطرز عديمة السفا أو العارية. كما وجد أن الطرز ذات السفا الناعم كانت أدنى إنتاجاً من الطرز ذات السفا الخشن، وأن الأصناف المتوسطة الطول كانت أعلى إنتاجاً من الأصناف الطويلة. بينما لم توجد علاقة بين لون الأليرون الأزرق والقدرة الإنتاجية للصفة. يعتقد مربو النبات وعلماء الفيزيولوجية أن هناك إمكانية لزيادة غلة محاصيل الحبوب إلى الحد الأقصى وذلك بتحديد المدة الزمنية لفترتي النمو الخضري وامتلاء الحبوب وكذلك بزيادة دليل الحصاد. فقد وجد Askel and Johnson(1961) علاقة مؤكدة بين الفترة الزمنية الفاصلة بين الزراعة وحتى تشكل السنابل وغلة الحبوب في الشعير.

ويرى البعض أن القدرة العالية على البناء الضوئي خلال مراحل امتلاء الحبوب هي المسؤولة عن زيادة الإنتاج. ومن جهة أخرى يرى (Metzger et al, 1984) أن طول فترة امتلاء الحبوب في محصولي القمح والشعير ليست عاملاً هاماً في تحديد غلة الحبوب. وأن العلاقة بين طول فترة امتلاء الحبوب والغلة غير مؤكدة إحصائياً، وقد أشار عدد من الباحثين إلى أن زيادة الغلة من الحبوب تعزى بشكل أساسي إلى زيادة دليل الحصاد. وقد ارتفعت الغلة بنسبة 32%-56% خلال الثلاثين عاماً الماضية.

بذلت جهود حثيثة في الماضي لإنتاج أصناف من الشعير قصيرة الساق تستجيب للأسمدة الآزوتية ومياه الري بشكل جيد على غرار الأصناف القصيرة من القمح. وقد استحدثت طفرة RDB.1 في الهند باستخدام الإشعاع، لكنها لم تتفوق في إنتاج الحبوب على الصنف RS 17 الذي انحدرت منه. إضافة لذلك كان قصر الساق مرتبطاً مع صغر حجم السنبلات وانخفاض عدد الحبوب فيها.

درجة التوريث لصفة الغلة الحبية منخفضة، لذلك يتفق أغلب الباحثين على إمكانية تحسين الغلة من خلال تطبيق الانتخاب لعناصر الغلة الأساسية والتي تتصف بمعامل توريث مرتفع نسبيا كصفة وزن الألف حبة التي تتراوح درجة توريثها من 0.5-0.7، ويتحكم في هذه الصفة من 4-5 عوامل وراثية ذات الأثر التراكمي. صفة عدد الحبوب في السنبله معامل توريثها 0.64 ويتحكم بها ثلاثة مورثات ذات أثر تراكمي. كما أن الأصناف المسفاة أعلى إنتاجية من الطرز عديمة السفا في ظروف الزراعة الجافة.

تتصف بعض الصفات بمعامل توريث عالي معا يدل على كفاءة الانتخاب لهذه الصفات. وتتميز صفة طول فترة النمو الخضري بمعامل توريث عالي 0.7 وطول النبات بمعامل توريث منخفض. أما طول فترة امتلاء الحبوب ودليل الحصاد فلهما معامل توريث متوسط. ويمكن الاعتماد على دليل الحصاد أثناء الانتخاب لصفة الغلة في الشعير نظرا لوجود علاقة مؤكدة بينهما.

بشكل عام الطرز عالية الغلة من الشعير تتصف:

1. بساق قصيرة إلى متوسطة
2. معامل حصاد مرتفع
3. عدد جيد من الإسطوانات الخصبة
4. عدد جيد من الأوراق القائمة الصغيرة
5. سنبله قائمة مسفاة.

2-التربية لمقاومة للرقاد والانفراط

يعد الرقاد من أهم مشاكل زراعة الشعير تحت الظروف المغللة وتقدر الخسائر الناتجة عنه بنحو 30-40% من الغلة الحبية ولذلك فقد كان التحسين لمقاومة الرقاد معيارا هاما في برامج التربية. كما تعد صفتا مقاومة الانفراط وقوة القش من الصفات الهامة في الشعير. وتبدو أهمية هاتين الصفتين بصورة خاصة في

السنين المطيرة أو في الزراعة المروية مع إضافة الأسمدة الآزوتية ، وعند التأخر بالحصاد لعدم توفر العدد الكافي من آلات الجني.

مقاومة الرقاد من الأهداف الهامة لتربية محصول الشعير بسبب حساسيته الشديدة للرقاد حتى في الأصناف القصيرة، وأبسط الصفات الشكلية التي اعتمدت للتخفيف من حدة الإصابة بالرقاد هي صفة طول النبات فكانت الأصناف الحديثة أقصر من الأصناف القديمة (95-75سم) ومن غير الممكن الاستمرار في إنقاص طول النبات في برامج التربية المستقبلية لأن هذا الطول يقع ضمن المدى الذي يعطي أعلى غلة حبية في الشعير.

يؤدي استخدام الأسمدة والري إلى زيادة نسبة النباتات الراقدة الأمر الذي قد يلحق خسارة بالغلة، و يتفاوت الضرر الناتج عن الرقاد حسب درجته ووقت حدوثه والأحوال المناخية اللاحقة، وقد أظهرت معظم الدراسات والبحوث أن المجموع الجذري للنبات والقوة اللازمة لكسر الساق وقطر الساق والإشطاء وطول أخفض سلامة وعدد عقد الساق وطول السنبله صفات ترتبط بحدوث الرقاد . لذا فقد أوصي بهذه الصفات على أنها مؤشرات هامة يستعين بها مربو الشعير لاستنباط طرز مقاومة للرقاد ولا يوجد إجماع بين الباحثين حول الأهمية النسبية لكل من الصفات السابقة.

أحرز تقدما كبيرا في مقاومة الرقاد عند الشعير من خلال الانتخاب لصفة قصر الساق، وتوجد عدة معايير لقياس درجة مقاومة الرقاد عند الشعير مثل:

وزن المجموع الخضري×ارتفاع الساق/الجذور

القوة اللازمة لكسر الساق/الارتفاع×وزن الساق الرئيسية

تنفرط حبوب الأشكال غير المسفاة أو العارية بمجرد النضج. ويعتقد أن سبب انخفاض غلة هذه الأصناف عن الأصناف المسفاة يعود بشكل أساسي لانفراط الحبوب عند النضج .

وتعتمد متانة أو قوة القش في الشعير على عدد من المظاهر الخارجية المرتبطة. كما تتأثر أيضاً بالظروف البيئية والعمليات الزراعية كالرياح والأمطار ومعدل البذار وإضافة الأسمدة والإصابة بالأمراض والحشرات. وتتعلق متانة القش بقطر الساق وارتفاع النبات وطبيعة المجموع الجذري

3- التربية للتبكير في النضج

تعد صفة التبكير من الصفات المحصولية الهامة في الشعير خصوصاً في المناطق المحدودة الأمطار. وتقيد صفة التبكير في الهروب من الإصابة بالأمراض والحشرات والظروف غير المواتية. تحتل التربية للباكورية أولوية عند تربية الشعير. تعطي الأصناف المبكرة النضج إنتاجية جيدة كونها تتخلص من الحرارة المرتفعة.

وتتأثر طول فترة النمو الخضري بالحرارة وطول الفترة الضوئية والارتفاع عن سطح البحر ورطوبة التربة، والتركيب الوراثي للصفة. ويؤخذ موعد التسنبل كمقياس أكثر دقة من موعد النضج لتقييم درجة تبكير الأصناف المختلفة نظراً لأنه أقل تأثراً بالظروف البيئية المحيطة. ويسجل موعد التسنبل بمجرد ظهور قمة السفاة في الأصناف المسفاة - من غمد الورقة العليا. نفذت دراسات وراثية متنوعة على صفة التبكير في الشعير ومن المعتقد أن صفة التبكير سائدة على صفة التأخير في النضج وأن هذه الصفة يتحكم بوراثتها عامل وراثي أو عاملين أو ثلاثة عوامل وراثية أو أكثر من ذلك طبقاً للهجن المدروسة. وقد أمكن الحصول على الانعزال المتجاور الحدود لصفتي التبكير والتأخير كما تم الحصول على طفرات مبكرة متنوعة في الشعير.

تكمن المشكلة الأساسية في التربية للباكورية في موضوع الغلة، حيث ترتبط الإنتاجية العالية مع التأخر في النضج في حين تتميز الأصناف المبكرة بانخفاض إنتاجيتها، فقد وجدت علاقة ارتباطية سلبية بين الإنتاج الحبي وعدد الأيام حتى الإنبال في ظروف الزراعة البعلية، وكانت العلاقة السلبية أكثر وضوحاً بين الصفتين في المواقع الأكثر إجهاداً.

من هذا المنطلق تتجه برامج التربية في المناطق الجافة ونصف الجافة نحو إيجاد أصناف متوسطة الباكورية تتميز بإنتاج جيد، وقد نجحت برامج تربية الشعير في إيجاد طرز وراثية مبكرة في الإسهال وليست مبكرة في النضج، أي إطالة فترة امتلاء الحبوب، ويمكن استخدام الباكورية في الإسهال كمؤشر للإنتخاب للباكورية في النضج وهي صفة ذات درجة توريث مرتفعة 0.80-0.90%.

4- إنتاج الشعير العاري:

يعد نمط الشعير المغطى الذي يزرع كشعير غذائي في الوقت الراهن النمط الأكثر شيوعاً. وأطلق عليه هذا الاسم نظراً لالتصاق العصافات بحبوه، حيث تشكل هذه العصافات حوالي 12 - 15% من وزن الحبوب. وعند استهلاك الشعير كغذاء للإنسان يتوجب إزالة تلك العصافات بوسائل آلية بالتقشير أو بالتنظيف باستخدام الرمل (Sanding) قبل تحضيره للاستخدام كغذاء.

و يتسم الشعير العاري بفوائد عديدة:

1. يتصف الشعير العاري بإمكانية استخدامه مباشرة في الغذاء كما هو الحال في القمح، فهو لا يتطلب سوى القليل من التنظيف
2. يمكن استخدام كامل الحبة، مع الاحتفاظ بالنخالة والجنين الغنيين بالعناصر الغذائية، يحتوي الشعير العاري على مقدار أكبر من المادة الجافة للاستهلاك الآدمي، وعلى مقادير أعلى من الأملاح والفيتامينات. وتحتوي الأصناف العارية على قدر من الألياف أقل بحوالي 2.2 - 3.7 مرة ونسبة بروتين أعلى من الأصناف المغطاة، لكن غلتها من الحبوب أدنى.
3. يمكن استخدام أصناف الشعير العاري كعلف أخضر بسبب نموها الخضري الغزير.
4. ويعتقد البعض أن للشعير العاري مزايا أخرى في صناعة البيرة نظراً لامتصاص حبوه للماء بسرعة أكبر، والحصول على نسبة استخلاص أعلى إضافة للتأثيرات الإيجابية على لون وطعم البيرة المصنعة.

وتعرف المنتجات الغذائية المصنوعة من الشعير العاري باسم أغذية الحبوب الكاملة ، وقد حظيت باهتمام متنامٍ كغذاء صحي في بلدان متقدمة وأخرى نامية على حدّ سواء .

وضمن هدف تحسين قبول الشعير كغذاء بشري قامت العديد من المؤسسات البحثية منها إيكاردا في بحث العديد من المحاور منها:

1. البحث في بيتا متعدد السكريد (الذي يعتبر مهماً أيضاً في صناعة المالت)
2. القساوة (المهمة عند استخدام الشعير كعلف للحيوانات)
3. الزمن اللازم للطبخ

وتم عام 2001 اعتماد ثلاثة أصناف للشعير العاري في مصر، انحدر صنفان منهما، جيزة 129 وجيزة 130 من التهجينات التي أجريت في إيكاردا عام 1985 وتم انتخابهما من المشتل الدولي للشعير العاري الذي يعود توزيعه إلى عام 1995، أما الصنف الثالث، جيزة 131، فقد تم انتخابه من المشتل الدولي لغربلة الشعير العاري الموزع من قبل برنامج تربية الشعير المشترك مابين إيكاردا والمركز الدولي لتحسين الذرة الصفراء والقمح (CIMMYT) في المكسيك. وتعطي كافة الأصناف الثلاثة غلة حبية مرتفعة تحت ظروف الجفاف وتتسم بمقاومة لإجهاد الحرارة في نهاية الموسم.

تم إنتاج 12 صنفا من الشعير العاري في الهند (Ram,1985) وتبلغ القدرة الإنتاجية لهذه الأصناف 5 - 5.5 طن/هكتار، وحبوب هذه الأصناف بلون وقوام حبوب القمح العنبري أو الكهريائي اللون كما أن معدل الاستخلاص واستخراج الدقيق عالي جداً يمكن أن يصل إلى حوالي 98 - 100% ويمكن مضاهاة خبز الشاباتي (الخبز الهندي) المنتج من دقيق الشعير بنظيره المنتج من دقيق القمح ويتفوق عليه بنسبة البروتين (14 - 16%) وبنسبة اللايسين (4 - 5%) .

5-التربية لمقاومة الأمراض والحشرات

التربية لمقاومة الأمراض أحد الركائز الأساسية لثبات إنتاجية الشعير وتعلق

التربية لمقاومة الأمراض بالأمور الأساسية التالية:

1. اختيار الطرز الوراثية المانحة لصفة المقاومة.
2. المعرفة الدقيقة للقاعدة الوراثية لصفة المقاومة.
3. استخدام مجموعة من طرق الاختبار المناسبة

يتعرض محصول الشعير لمهاجمة عدد كبير نسبياً من مسببات الأمراض والحشرات. والأمراض التي تتلقى جل اهتمام المربي هي التفحمات والاصداء وتبقع الأوراق والبياض الدقيقي والاسمرار والأمراض الفيروسية وبعض الحشرات الهامة . من الأمراض التي تصيب الشعير أهمها:

التفحم السائب: الفطر المسبب .

تظهر السنابل المصابة قبل السليمة، وتتحول الحبوب إلى كتل جراثومية سوداء اللون محاطة بغشاء شفاف، حيث يتمزق جزئياً عند تمام النمو بفعل الرياح. وفي نهاية الموسم يبقى جزء كبير من الجراثيم على محو السنبل، والقسم الآخر ينتقل بواسطة الرياح.

تحدث الإصابة بواسطة الرياح الحاملة للفطر وقت الإزهار حيث يكمن الفطر داخل جنين الحبة التي تتشابه ظاهرياً مع الحبة السليمة، وعند زراعة هذه الحبوب تظهر الإصابة في هذا المرض.

ينشط هذا المرض في درجات حرارة تتراوح بين 15-20م° مع جفاف التربة، وارتفاع الرطوبة الجوية، تمتص الجراثيم الرطوبة الجوية فتسقط على الأزهار ثم تنبت وتحدث الإصابة. وتقدر الخسارة في هذا المرض حسب شدة الإصابة، ويمكن مكافحة المرض بمعاملة الحبوب بكاسيات البذار، ونظراً لصعوبة مكافحة مرض التفحم السائب فإن الطريقة الأفضل لمكافحته هي استنباط أصناف مقاومة له. ويتحكم بوراثة المقاومة لمرض التفحم السائب زوج أو زوجان من المورثات حسب الأصناف المستخدمة في الدراسة، وقد يتحكم بها المورثات المحورة في بعض

الأصناف، تتجلى المصاعب الأساسية عند تربية أصناف مقاومة لهذا المرض في صعوبة الحصول على درجة إصابة عالية سواء بالعدوى الطبيعية أو الصناعية في الحقل وقد حددت أربع سلالات فسيولوجية من الفطر *U. unda* .

ويمكن أن يسبب التفحم المغطى أضراراً كبيرة إذا لم تتم مكافحته. وقد حدد حوالي 13 سلالة فسيولوجية من الفطر *U. hordei* كما وجد أن المقاومة لهذا المرض يتحكم بها زوج واحد من المورثات وأن صفة المقاومة للمرض صفة سائدة.

التفحم المغطى

تظهر أعراض الإصابة عند طرد السنابل فيظهر محور السنبل وبه جراثيم الفطر مكان الحبوب ومغطاة بغلاف رقيق. وعند الدراس تختلط الجراثيم بالحبوب وتلتوثها، وعند زراعة الحبوب الملوثة يخترق الفطر البادرة ويدخل داخل النبات ويلزم القمة النامية كما في التفحم السائب أي أن الإصابة هنا تحدث للبادرة وليس للحبوب أثناء تكوينها .

التخطيط المتوازي على الشعير (مرض تخطط الأوراق)

تظهر الإصابة الأولية على البادرات الناتجة من حبوب مصابة على هيئة خطوط باهتة بطول الورقة ثم تتحول إلى اللون البنى بتقدم الإصابة ويحدث تقطيع طولي للورقة، تصاب الأوراق القديمة أولاً ثم الحديثة وهكذا . . أى أن الإصابة تعم النبات حتى السنابل.

تنتقل الإصابة عن طريق الحبوب الملوثة بجراثيم الفطر من العام الماضي أو من مخلفات المحصول السابق.

بينت الدراسات الوراثية أن عدد المورثات المسؤولة عن صفة المقاومة للمرض يتراوح من 1-3 مورثات مع ترجيح وجود مورثتين مسؤولين عن صفة المقاومة، وكانت النسبة GCS/SCA أكبر من الواحد وهذا يشير إلى أن الجزء الأكبر من التباين الوراثي لصفة تحمل المرض يعود إلى الأثر التجميعي للمورثات. كما لوحظت حالة التخصص الفسيولوجي في هذا الفطر. فقد وجد على سبيل المثال أن الصنف القديم أطلس Atlas كان مقاوماً لعزلة من المسبب المرضي وغير مقاوم لعزلة أخرى.

تبقع الأوراق (مرض التبقع الشبكي)

يظهر المرض على هيئة بقع مغزلية الشكل حولها هالة صفراء وبها تقسيم شبكي من الداخل (Net type) كما يظهر أحياناً على هيئة بقع صغيرة مستديرة حولها هالة صفراء (Spot tyope) .

وتظهر الإصابة أولاً على الأوراق السفلى ثم تمتد لأعلى.

يناسب هذا المرض درجة حرارة منخفضة نسبياً 6-15 درجة مئوية وينتشر أكثر على الأصناف ذات الصفيين.

يصيب هذا المرض البادرات والأوراق والسنابل ومنطقة التاج في نباتات الشعير. وهو أكثر انتشاراً في المناطق الرطبة وللكائن الممرض عدد من السلالات الفسيولوجية. ويمكن أن تلعب الدورة الزراعية ومعاملة البذار دوراً جزئياً في مكافحة المرض وتبقى الأصناف المقاومة هي الوسيلة المثلى للمكافحة .

تعتمد وراثية صفة المقاومة لهذا المرض على أكثر من عامل وراثي واحد. ويبدو أن هناك ارتباطاً وراثياً بين مورثات المقاومة والمورثات المسؤولة عن لون ودرجة تسنين السفا. ويشير البعض إلى أن المقاومة لهذا المرض هي صفة متنحية.

أمراض الصدأ :

صدأ الاوراق *Puccinia hordei*

تظهر الأعراض على هيئة بقع مسحوقية (بثرات) لونها بني فاتح مستديرة مبعثرة بشكل عشوائي على الأوراق وكذلك على أغصان الأوراق. وفي نهاية الموسم تتحول هذه البثرات إلى اللون الأسود. يناسب المرض درجة حرارة متوسطة نسبياً (15-22 درجة مئوية) ودرجة رطوبة عالية، ويقاوم المرض عادة باستنباط أصناف مقاومة. وقد تم تحديد حوالي 26 سلالة فسيولوجية من المسبب المرضي *P.hordei* ويتحكم بصفة المقاومة لمرض صدأ الأوراق زوج أو زوجان من المورثات.

وصدأ الساق *P.graminis*

تم تحديد عدد من السلالات الفيزيولوجية للفطر المسبب لصدأ الساق. ومن المعتقد أن نفس السلالات الفيزيولوجية التي تصيب القمح تصيب الشعير أيضاً. ويتحكم بصفة المقاومة زوج واحد من المورثات السائدة ويستدل من مقاومة الباردات لسلالة الفيزيولوجية معينة على مقاومة النبات البالغ لها.

البياض الدقيقي

يعد البياض الدقيقي (*Erisiphe graminis hordei* .f.sp) مرضاً مهماً يصيب أوراق الشعير. وينطوي هذا المرض على مشكلات لاسيما في المناطق شبه القاحلة، حيث يمكن أن تسبب الإصابة المبكرة ضرراً في استرساء المحصول وتخفض عدد الأشرطة بشكل كبير. ويتراوح الضرر الذي يلحقه هذا المرض بغلة الشعير ما بين 10 إلى 30 % ويمكن أن يتجاوز 50% في بعض الحالات الحادة. ويعود الضرر بشكل أساسي إلى انخفاض عدد السنابل بوحدة المساحة وانخفاض وزن الحبوب.

تظهر أعراض الإصابة على الأوراق والسيقان والسنابل على هيئة بقع بيضاء غير منتظمة وتتحد مع بعضها ويكون لها ملمس دقيقى ويتحول اللون إلى الرمادى، ومع تقدم الإصابة يحدث اصفرار للأوراق ويظهر بها نقط سوداء فى حجم رأس الدبوس. ينتشر هذا المرض في الأجواء الرطبة الباردة. والمسبب المرضي عدد من السلالات الفسيولوجية. واستنباط الاصناف المقاومة يعتبر الوسيلة الفضلى لمقاومة هذا المرض. وقد عرف ما يزيد عن 24 سلالة فسيولوجية للفطر المسبب للمرض حتى الآن.

ويتم وضع الخرائط الوراثية لمورثات المقاومة للبياض الدقيقي في إيكاردا بهدف انتخاب سلالات موائمة لاستخدامها من قبل برامج تربية الشعير.

أجريت دراسة على سلالتي الشعير 12291W وتدمر، وكلتاها تزرعان على نطاق واسع في منطقة حوض البحر المتوسط. وتم اختبار ست مزارع للبياض الدقيقي استنبطت من عزلات مكاثرة من بوغ واحد عزلت أربع منها من سلالات

شعير سوري واثنيتين منها من سلالات شعير أوروبي. أبدت السلالة 12291W تفاعلاً مرضياً للعزلات المختلفة بشكل يماثل التفاعل الذي أبدته السلالة 'Villa' المعروف بحملها لمورثة Mlg لمقاومة البياض الدقيقي على الصبغي H4، مما يشير إلى احتمال وجود المورثة السلالة 12291W.

واستخدمت ردود فعل المرض التي سببتها هذه العزلة لوضع خريطة الارتباط الوراثي. ولتحديد واسمات مرتبطة بشكل وثيق مع موقع مورثة المقاومة Mlg، نُفذ تحليل انغزالي على سلالات أحادية الصيغة الصبغية المضاعفة (DH) باستخدام واسمات ناتجة عن التعدد الشكلي في أطوال قطع DNA المهضومة بأنزيمات التحديد (RFLP)، وواسمات DNA العشوائية المضخمة متعددة الأشكال (RAPD)، والمقاطع البسيطة المتكررة (SSR)، وواسمات ناتجة عن قطع DNA المهضومة بأنزيمات التحديد والمكاثرة باستخدام البائدات (AFLP). وتم تحديد واسماتي AFLP تبعدان عن مورثة Mlg مسافة 2 و 2.4 سنتي مورغان (cM) ووضعت على الخريطة فوق الصبغي H4. ويمثل تحديد هذه الواسمات العالية التخصص إغناءً لمعرفتنا حول مصادر المقاومة لمرض البياض الدقيقي.

الاسمرار أو السفحة الحقلية

تنتشر أمراض الأوراق وتلك المنقولة مع البذور بشكل واسع في المناطق الرئيسية لزراعة الشعير. وتعد السفحة الحقلية أحد أهم هذه الأمراض. تظهر أعراض الإصابة بالاسمرار على شكل لطخ كبيرة وواضحة على نصل وغمد الورقة تؤدي إلى جفاف وتساقط الأوراق المصابة. ويمكن أن يصل الفقد في الغلة في بعض الحالات الحادة إلى نحو 35%.

يتحكم بوراثة المقاومة لمرض الاسمرار عامل وراثي سائد واحد .

أمراض الشعير الفيروسية

من أهم الأمراض الفيروسية التي يصاب بها الشعير: فيروس تقزم الشعير الأصفر:

تظهر أعراض الإصابة على شكل تلون قمة أوراق النبات باللون الأصفر أو القرمزي، ويبدو النبات متقرماً، ويؤدي المرض إلى نمو غير طبيعي للنبات حيث يقل عدد الأشتاء وفي حالة الإصابة الشديدة ينعدم المحصول تقريباً، ونادراً ما تتكون الحبوب في النباتات المصابة.

ينتقل المسبب المرضي من نبات لآخر عن طريق عدة أنواع من الحشرات أهمها حشرة المن.

وقد وجد أن صفة المقاومة لهذا المرض يتحكم بها مورث متنح واحد. فسيفساء الأوراق الفيروسي:

يدعى أيضاً مرض الفسيفساء الكاذب. تظهر أعراض الإصابة على شكل خطوط صفراء اللون خالية من اليخضور، وتكون النباتات المصابة ضعيفة النمو بشكل واضح. يُحمل الفيروس ضمن أنسجة الحبوب ويمكن أن ينتقل آلياً في الحقل لدى ملامسة ورقة مصابة بأخرى سليمة. ويتراوح مقدار الفقد في الغلة بتأثير هذا المرض ما بين 17 - 24% ومن المعتقد أن صفة المقاومة يتحكم بها مورث سائد واحد .

المقاومة لحشرة المن :

تعد حشرة المن من الحشرات الهامة التي تصيب الشعير. ويمكن أن يصل الفقد في الغلة نتيجة الإصابة بهذه الحشرة إلى أكثر من 67% في بعض الظروف. وقد جرى تحديد بعض الأصناف المقاومة من مجموعة الشعير العالمية مثل Kreta و Balkan وهذه الأصناف من منطقة حوض البحر المتوسط. ويمكن استخدام هذه الأصناف في برامج التربية كأباء مانحة لصفة المقاومة لحشرة المن.

المقاومة لدبور الحنطة المنشاري :

أشارت الدراسات المنفذة على هذه الصفة إلى حساسية السلالات المبكرة بالنضج للإصابة بهذه الحشرة مقارنة بالسلالات المتأخرة بالنضج. فقد وجدت علاقة سلبية بين معدل الإصابة وكل من موعد التسنيل ($r = -0.306$) وموعد النضج ($r =$

0.250-) ويمكن أن يعود السبب في زيادة معدل الإصابة في الطرز المبكرة إلى توافق موعد وضع بيوض الحشرة الذي يحدث تحت السنبلة وموعد التسنبل في الشعير المبكر، فتهرب الطرز المتأخرة من الإصابة بهذه الحشرة .

6- التربية لتحمل الجفاف:

يعد شحّ المياه أحد العوائق الأكثر خطورة التي تقف في وجه إنتاج المحاصيل في البيئات الجافة ذات نمط متوسطي حول العالم. وقد كان يعتقد أن تحمل الجفاف صفةً يصعب توصيفها وتكميمها، في حين يعتمد الفهم الراهن بشكل كبير على علم الفيزيولوجيا المقارن. ويمكن أن يحسن استعمال الواسمات الجزيئية إلى جانب التقويم الحقلّي من فهم الباحثين لصفة تحمل الجفاف بالإضافة إلى تحسين مقدرتهم على الانتخاب لهذه الصفة في برامج تحسين المحاصيل.

و سيكون التحسين الوراثي لمقاومة الإجهادات البيئية في المستقبل القريب العامل المحدد لرفع ثباتية الغلة والتوسع في المساحة المزروعة من الشعير وغيره من المحاصيل، ويمكن تحقيق هذا الهدف من خلال استغلال التباين الوراثي الموجود طبيعياً في الشعير المزروع والشعير البري وإنتاج نباتات محورة وراثياً. يعد الجفاف من أكثر العوامل تحديداً لغلة الحبوب من الشعير. فمشكلة الجفاف من المشكلات المهمة التي يتعرض لها هذا المحصول حيث يظهر تأثيره بشكل واضح في منطقتي الاستقرار الثالثة والرابعة. ومن الشائع جداً في السنوات الجافة مشاهدة الأغنام ترعى الحقول المزروعة بالشعير كعلف أخضر بعد أن يفقد مزارعو الشعير الأمل في الحصول على إنتاج حبي، وبالإضافة إلى مشكلة الجفاف يمكن أن تظهر أحياناً مشكلة الرقاد والتي تظهر في منطقة الاستقرار الثانية، ومشكلة الصقيع الذي يتكرر حدوثه في بعض السنوات. تتباين الطرز الوراثية من الشعير في استجابتها للإجهاد الناتج عن الجفاف من خلال عدة أنماط من التغيرات من أهمها:

1. الهروب من الجفاف
2. تجنب الجفاف

3. القدرة على تحمل الجفاف

ساهمت الأبحاث الحديثة في فهم أوضح لآلية مقاومة الجفاف، وساعدت على إيجاد المصادر الوراثية المانحة لمورثات مقاومة الجفاف، كما مكنت مربي النبات من اختيار الآباء الداخلة في عملية التهجين وبالتالي استخدام مؤشرات جديدة للانتخاب لمقاومة الجفاف، إضافة إلى استخدام بعض الصفات والخواص المورفولوجية والفيزيولوجية مثل طول النبات ، امتلاء الحبة ، معامل الحصاد طاقة الإشطاء، نظام المجموع الجذري، قوة البادرة، حجم وكثافة الثغور، معدل النتح ، ولا يزال المعيار المستخدم لقياس درجة مقاومة الجفاف لطرز محدد هو إنتاجية هذا الطراز في الظرف البيئي الجاف.

تهدف برامج تربية الشعير في المناطق الجافة إلى تحسين غلة الحبوب و التبن و استقرارها من موسم لآخر. وتتبع أهمية التبن و القش إلى أن محصول الشعير يستخدم في معظم المناطق الجافة أما لرعي الأغنام أو لتقديمه كعلف للحيوانات بعد الحصاد و في كلتا الحالتين تعتبر القيمة الاقتصادية الغذائية للتبن على درجة عالية من الأهمية خصوصا في سنوات الجفاف. لذلك فإن الطرز الوراثية المتمتعة بدليل حصاد عال لا تكون بالضرورة هي الطرز المرغوبة لتلك المناطق.

لاحظ مربو الشعير في إيكاردا أن الأنماط الوراثية المتأقلمة مع المناطق الجافة تمتلك أوراقا أفتح لونا، ويتضح ذلك بشكل كبير بعد الإسبال، فقد تبين أن قدرة السلالة المحلية تدمر على البقاء في ظروف الإشعاع المفرط تعود لإنقاص كمية الضوء الممتصة من قبل الأوراق مما يقلل من تسخين الأنسجة بفعل الضوء القوي.

يعد الشعير من المحاصيل الواسعة التأقلم و يأتي في المرتبة الثانية بعد القمح في القطر العربي السوري و الأقطار العربية الأخرى. و في المناطق الأكثر جفافاً يزرع الشعير في الأراضي المتدنية الخصوبة و حيث لا تنجح زراعة القمح.

وقد أدى ازدياد الطلب على المنتجات الحيوانية في الآونة الأخيرة إلى ارتفاع حاد في استهلاك الشعير كأعلاف مركزة للحيوانات، وتنقسم المناطق المنخفضة الأمطار بتباين كبير في معدلات الأمطار بين عام لآخر.

تتصف معظم مناطق زراعة الشعير في القطر بتباين كبير في معدلات الأمطار من موسم لآخر فضلاً عن الاختلاف الواسع في توزيعها. كما تختلف نوعية الأتربة و بنيتها و تفاعلها مع الأمطار. و هذا من شأنه أن يؤثر على نجاح أو فشل زراعة الشعير.

يوجد استراتيجيتان يمكن اتباعها في برامج التربية الهادفة لاستنباط تراكيب وراثية متحملة للظروف البيئية غير المواتية:

الاستراتيجية الأولى: تعتمد هذه الاستراتيجية على الانتخاب في الظروف الجيدة لنمو المحصول، ثم يلي ذلك اختبارات أخرى تتم تحت ظروف الجفاف، تفترض هذه الطريقة أن الأصناف التي تعطي غلة جيدة في الظروف المواتية ستعطي بالضرورة أيضاً غلة جيدة نسبياً في الظروف المعاكسة. وتتميز هذه الطريقة بأن عمليات الانتخاب أكثر سهولة بسبب وجود فرصة أكبر للتعبير عن التباين الوراثي ومعامل التوريث في الظروف المثلى للنمو. و رغم أن الرأي الذي يدعو للانتخاب في الظروف المواتية يلاقي تأييداً من قبل عدد من الباحثين إلا أن عدداً آخر منهم يؤكد على فعالية الانتخاب المباشر في ظروف بيئية معاكسة.

الاستراتيجية الثانية: تعتمد الاستراتيجية الثانية على الانتخاب تحت ظروف الإجهادات البيئية مباشرة.

وتكمن المشكلة الأساسية للانتخاب في ظروف الإجهادات البيئية كالجفاف مثلاً في اختلاف مدى وشدة تلك الإجهادات في حقول التجارب، وتباين شدة الإجهادات البيئية من عام لآخر، وتباين وقت حدوثها خلال الموسم الزراعي ونمطها كالحرارة أو الجفاف أو كليهما معاً. و تعد هذه المشكلة من المشاكل الهامة التي تبرز خلال العمل الحقلّي والتي يصعب التخلص منها دون اللجوء إلى استخدام تقنيات حقلية خاصة.

و يجب على المربي أثناء الانتخاب لصفة تحمل الجفاف أخذ العديد من الأمور الهامة بعين الاعتبار لنجاح عمله منها، انتقاء حقول الاختبارات في مواقع متعددة التي يجب أن تمثل تنوعاً واسعاً في ظروف الجفاف. وينبغي على المربي فهم

الآليات الفيزيولوجية والكيميائية الحيوية التي تنطوي عليها مقاومة الجفاف لإحراز النجاح المطلوب من عملية التربية. مع أن الفهم الجيد للتحكم الكيماوي - الحيوي والفيزيولوجي والتحكم الوراثي لصفة المقاومة للجفاف يعتبر الأساس الذي تبنى عليه عمليات الانتخاب الفعالة إلا أن هذا الفهم لا يعتبر أمراً جوهرياً بحد ذاته قبل تحقيق تقدم ملموس من عملية التربية. وهناك منهج فيزيولوجي يعتمد على تحديد الصفات الفيزيولوجية التي يمكن أن تكون على درجة عالية من الأهمية في تحديد الإنتاج المحصولي في ظروف الإجهادات البيئية. يتضمن هذا المنهج الآتي

1. تقويم التباين الوراثي لصفة فيزيولوجية.

2. إظهار و تحديد قوة الارتباط أو العلاقة القائمة بين هذه الصفة ومقاومة الجفاف.

3. التأكد من إمكانية الانتخاب لهذه الصفة و بالتالي الانتخاب لمقاومة الجفاف.

ويوجد بديل للمنهج الفيزيولوجي السابق يتمثل في استخدام الاستجابات المظهرية الفيزيولوجية أو كليهما للجفاف كمعايير الانتخاب في المرحلة النهائية من برنامج التربية. وعندها يتم استنباط سلالات مقبولة تحمل صفات وخواص جيدة. ويمكن تحقيق ذلك بإجراء اختبارات الأصول الوراثية في المواقع الجافة خصوصاً تجارب الغلة المتقدمة للاستفادة من أي تباين متبقي لآلية مقاومة الجفاف. و يمكن في حال وجود تباين ولو ضئيل تعديل المنهج البحثي بإدخال آلية المقاومة للسلالات المعتمدة. ومن المرجح إن هذه الطريقة تعد بحق الطريقة المثلى للشروع في الاستفادة من المعلومات المتاحة حالياً بشأن تلاؤم النباتات مع مختلف الظروف البيئية غير الملائمة. ونظراً لعدم كفاية المعلومات المتاحة حول الأساس المظهري والفيزيولوجي و الكيميائي - الحيوي لمقاومة الجفاف فإن أنجح الطرائق الممكنة هي تقويم أو انتخاب الأجيال الانعزالية المبكرة مباشرة ضمن ظروف الجفاف من أجل العديد من الصفات منها: قوة نمو البادرات وسرعة ظهورها واسترساء البادرات ودرجة امتلاء الحبوب والتبكير في النضج والتي يحتمل أن تتوافق مع استقرار الغلة في ظروف

الجفاف. يكون العمل في الأجيال الانعزالية المبكرة وفق طريقة التجميع المعدلة Modified Bulk Method يتم وفق هذه الطريقة انتخاب النباتات التي تحمل الصفات المرغوب فيها سنويا خلال فترة الزراعة المتجمعة وتخلط بذورها معا لتزرع في الجيل التالي، ويستمر البرنامج بعد الجيل الخامس أو السادس كما هو معروف في طريقة التجميع.

والغرض من ذلك تحديد التهجينات المرغوبة ومن ثم إجراء الانتخاب ضمن تلك التهجينات. وتخضع العشائر النباتية خلال المراحل الأولى للانتخاب المتشدد حيث تفترض هذه الطريقة أن الأداء الإنتاجي للأجيال إذا كان جيداً في عدة مواقع ولعدة مواسم فإنه سيعني وجود نسبة عالية من التراكيب الوراثية المرغوبة والجيدة.

ومن المعتقد إن طريقة التجميع المعدلة والتي يُتوقع أن تكون أكثر فاعلية من حيث الاستجابة لعملية الانتخاب في المناطق الجافة لن تحل محل طريقة النسب المعدلة Modified Pedigree والتي تعد الطريقة الرئيسية المتبعة في البيئات المواتية.

ويتم تقويم الأجيال الانعزالية للجيل الثاني والثالث بإتباع طريقة التجميع المعدلة في خمسة مواقع على الأقل.

لا تزال الأصناف والطرز المحلية غير المحسنة تزرع على نطاق واسع في العديد من المناطق الجافة. ورغم أن إنتاجيتها منخفضة نسبياً و تصاب بمختلف الأمراض إلا أنها قادرة على التلاؤم مع الظروف المحلية السائدة بصورة جيدة. كما أنها تتصف بثبات واستقرار الغلة ويفضلها الزارعون في المناطق التي يستخدم فيها كل من الحبوب والتبن كأعلاف للحيوانات نظراً لقيمتها الغذائية العالية وخواصها التكنولوجية الجيدة. ومن الأصناف المحلية الشعير العربي الأبيض والشعير العربي الأسود وهي عشائر غير متجانسة، ويمكن تحسينها بإتباع الانتخاب الإجمالي البسيط. ولا تتوافر حتى الآن دراسة شاملة تقدم معلومات كافية عن مقدار التباين الوراثي ودرجة الاستفادة منه في برامج التربية وأهميته في البرامج الهادفة لتحسين المقاومة للجفاف.

ويشكل استخدام الطرز المتفوقة والمتوافرة من الأصناف المحلية وسيلة أخرى تهدف إلى إنتاج مواد تربية مفيدة على المدى القصير. كما يمكن فهم آلية تلاؤم الأصناف المحلية بشكل أفضل وذلك بدراسة شكلها المظهري وتباينها الوراثي. وبالتالي يمكن إلقاء الضوء على التطورات المستقبلية للتربية الهادفة لتحمل الجفاف وغيرها من الإجهادات البيئية.

وعلى الرغم من وجود عدد الصفات الفيزيولوجية و المظهرية المسؤولة عن انخفاض الإنتاج في الأصناف المحلية كصغر حجم السنبله والقابلية للرقاد و التبرير المفرط في النضج و القابلية للرقاد وقابلية السنابل للانفراط إلا إنه لم يثبت حتى الآن وجود علاقة مؤكدة بين قدرة هذه الأصناف على التلاؤم مع ظروف الجفاف و الصفات السابقة الذكر.

يزرع من عشائر الشعير في سورية صنفان محليان هما الصنف عربي أبيض الذي تنتشر زراعته في منطقة الاستقرار الثانية وبخاصة في المناطق الغربية والصنف عربي أسود والذي ينتشر بشكل رئيسي في منطقتي الاستقرار الثالثة والرابعة. ويتسم هذان الصنفان بتكيف واسع وتحمل جيد للجفاف. ونظراً لانخفاض إنتاجية وحدة المساحة من هذين الصنفين كان لا بد من استنباط أصناف جديدة تتسم بكفاءة إنتاجية عالية مع تحمل للجفاف والصقيع، ونظراً لما تمتاز به الأصناف المحلية من مدى تكيف واسع تحت ظروف الزراعة في سورية، كانت تقنية الانتخاب الفردي في السلالات المحلية هي الأكثر نجاحاً، واستطاع برنامج التعاون العلمي المشترك استنباط صنفاً جديداً من الشعير نتج عن الانتخاب من السلالة المحلية عربي أبيض وسمي باسم (عرطة) وقد اعتمد هذا الصنف رسمياً تحت اسم (عربي أبيض محسن) وهو يصلح للزراعة البعلية في منطقة الاستقرار الثانية (250-350مم/سنة).

وتشير بيانات التجارب المشتركة المنفذة في حقول المزارعين خلال الفترة من 89/1988 ولغاية 93/1992 إلى تفوق الصنف عرطة في الإنتاجية الحبية مقارنة بالشاهدين عربي أبيض و فرات 1.

تميز موسم 2000 بالجفاف نتيجة انخفاض معدل الأمطار مما انعكس بشكل كبير على الإنتاجية الحبية والكلية للمحصول (حبوب+تبن). ورغم ذلك فقد أبدت بعض أصناف الشعير مقاومة عالية للجفاف مثل الهجن الناتجة عن السلالة 41 *Hordeum spontaneum* مع السلالات المحلية حيث أعطت غلة حبية ما بين 300-500 كغ/هـ وغلة كلية تراوحت ما بين 500-3000 كغ/هـ في مواقع تراوح فيها معدل الهطول المطري بين 87-130 مم فقط.

ينتشر الشعير العفوي *H.spontaneum* في سورية و العراق وإيران حيث يوجد تنوع هائل في الظروف البيئية الممتدة من حوض البحر المتوسط وحتى الصحراء . وتوجد مؤشرات أخرى تدل على أنه يمكن الحصول من هذا النوع على مورثات هامة لغلة الحبوب وطول النبات ودليل الحصاد و الغلة الحيوية ومقاومة الجفاف والصقيع. ولم تنفذ حتى الآن دراسات منتظمة عن الشعير العفوي على أساس أنه مصدر هام للتباين الوراثي لمقاومة الجفاف أو آلية تقاديه في المنطقة. حيث يرجح أن يظهر هذا النوع كفاءة تامة. ويتواجد هذا النوع في أكثر المناطق جفافاً وينتشر بشكل واسع، وحيث يعتبر الشعير المزروع المحصول الأعلى أهمية. وتشير الملاحظات الأولية حول طور السكون في الحبوب وشكل السنبله وصلابة السفا وصلابة محور السنبله لعدد من الطرز الوراثية لهذا النوع التي جمعت من سورية والأردن إلى أن هذا النوع لعب دوراً أساسياً في تكوين و ظهور الأصناف المحلية، وأن هذه الأصناف يمكن أن تكون شكلاً وسطياً بين النوع *H.spontaneum* والشعير المزروع *H.vulgare* . وإذا ثبت صحة هذه الفرضية فيمكن استخدام مدخلات منتخبة من أنسال الشعير البري مع الشعير المزروع في برامج التهجين.

اقترح (Singh et al 1991) عددا من الصفات للاستخدام كمعايير انتخابية مفيدة لتحسين الغلة الحبية للشعير في البيئات الجافة وهي: الحبوب الكبيرة ، والسنابل القصيرة ، والنباتات المتوسطة إلى عالية الطول، وباكورية الإزهار، والمساحة الورقية الصغيرة.

تعمل إيكاردا مع علماء أستراليين على استنباط أصول وراثية للشعير تتسم بمقدرة محسنة على التكيف وبيئات ذات هطل مطري متدنٍ. وتتمحور البحوث الراهنة حول تحديد واسمات جزيئية لصفات رئيسة ترتبط بتحمل الجفاف، بما في ذلك مورثات قرينة جديدة من أقارب برية وسلالات محلية للشعير.

لقد اعتمدت دراسات جرت مؤخراً على عشيرة انحدرت من تهجين سلالة محلية لشعير سوري عرطة مع سلالة محسنة استنبطتها إيكاردا Hermal2. وكلتا السلالتين الأبويتين متكيفتان جيداً مع الهطل المطري المتدني، وتتسمان بفترة نضج متماثلة، وتمثلان تنوعاً وراثياً واسعاً. وفي إحدى سنوات الاختبار تعرضت مواقع التجارب المشتركة لإيكاردا، اثنان في سورية وأربعة في الأردن، إلى إجهاد جفاف معنوي، الأمر الذي أتاح للباحثين قياس طائفة من الصفات المرتبطة به، بما في ذلك طبيعة النمو، والقوة المبكرة، وعدد الإسطاءات، ومحتوى الأوراق من الكلوروفيل، وطول النبات، وعدد الأيام حتى الإسبال، والكتلة الحيوية، ووزن الحبة، والغلة الحبية ، ودليل الحصاد. وقد تجاوزت غلة عدد من السلالات كلاً من السلالات الأبوية والأصناف المحلية جيدة التكيف، بالرغم من أن الاختلافات لم تكن مرتبطة بتأثيرات النضج، بمعنى أنها كانت نتيجة الاختلافات الحقيقية في مقاومة الجفاف . وقد وضعت خريطة وراثية تحتوي على 247 واسمة جزيئية ، تشمل 73 مقطعاً بسيطاً متكرراً (SSRs)، و174 واسمة من قطع DNA المهضومة بأنزيمات التحديد والمكاثرة باستخدام البادئات (AFLPs). وقد استخدمت هذه الخريطة لتحديد الطرز الوراثية في 94 سلالة نقية عشوائية من هذه العشيرة . وتم الكشف عن موقع الصفات الكمية (QTL) للحصول على غلة حيوية في أحد الموقعين في سورية (تل حديا)

وفي المواقع الأربعة في الأردن. وثمة ارتباط قابل للكشف لهذا الموقع مع الغلة الحبية في كافة المواقع الستة.

7- التربية لتحمل للملوحة:

نؤكد على أهمية الطرز الوراثية المحلية Landraces التي تعد من أهم الأشكال الوراثية لتربية أصناف قادرة على تحمل الملوحة وذات كفاءة إنتاجية مقبولة، لأنها متميزة بمرونة وراثية كبيرة. وترتبط غلة النبات من الحبوب تحت ظروف الإجهاد الملحي بكل من وزن الألف حبة و خصوبة السنبلة وعدد الحبوب في السنبلة. لذا يمكن استخدام هذه الصفات كمعايير لانتخاب التراكيب الوراثية المحتملة للملوحة. وتبين أن الطراز الوراثي المتحمل للجفاف متحمل للملوحة.

8- تحسين صفات جودة الشعير:

تختلف صفات الجودة التي يعنى بها مربى النبات حسب الهدف من زراعة الشعير، فالشعير يستخدم أساساً في أعلاف الحيوانات وفي صناعة البيرة ويعتبر استخدام حبوب الشعير كعلف مركز في علائق الحيوانات أو استخدام المجموع الخضري كعلف أخضر أهم استخدامات الشعير على الإطلاق . كما تستخدم كميات صغيرة من حبوب الشعير خصوصاً الشعير العاري في غذاء الإنسان.

1. صفات الجودة في الشعير العلفي :

يستخدم تبين القش لتغذية الحيوانات وهو مادة غذائية هامة للأغنام والماعز، وتحمل التربية لجودة التبن أهمية في هذا المحصول. توجد فروق معنوية واضحة بين الأصناف كاختلاف معامل هضم المادة الجافة ونسبة البروتين وطبيعة المواد الكربوهيدراتية وغيرها. وصفات جودة التبن مثل بقية الصفات محكومة وراثيا ولكن تتأثر بالظروف البيئية الإحيائية وغير الإحيائية.

وأشارت الدراسات أن معامل التوريث لبروتين التبن منخفض 0.35-0.38 بينما معامل توريث نسبة بروتين الحبوب 0.51.

يعد صنف الشعير الذي يعطي إنتاجاً عالياً من الحبوب ذات الوزن النوعي المرتفع تحت ظروف النمو الطبيعية هو الصنف الملائم لزراعة وإنتاج الشعير العلفي. ويجب بالإضافة لما تقدم تحسين القيمة الغذائية لحبوب الشعير. فمثلاً تشكل أغلفة الحبة (العصافات) حوالي 10 % من وزنها. وهذه الأغلفة ذات قيمة غذائية متدنية. لذا يمكن التركيز على تربية أصناف ذات محتوى منخفض من الأغلفة البذرية.

و يفضل في أصناف الشعير العلفي الطرز التي يتكسر فيها السفا عند النضج و أثناء الحصاد. ومن جهة أخرى لا تفضل الطرز العارية من الشعير لأنها أقل إنتاجاً من الحبوب. وإذا أمكن إنتاج أصناف من الشعير العاري تضاهي أو تتفوق على الطرز المغطاة بالعصافات فإن هذا يعتبر إنجازاً فريداً في تربية و تحسين الشعير العلفي. ويعود السبب في هذا إلى أن أصناف الشعير العاري تتميز بقيمتها الغذائية المرتفعة و بكونها أكثر استساغة من قبل الحيوانات مقارنة بالأصناف المغطاة.

2. صفات الجودة في شعير المولت :

ويحول الشعير إلى مولت بنقع الحبوب أولاً بالماء لتشجيع الإنبات. وبعد حدوث الإنبات تجفف الحبوب في أفران التجفيف. يتم أثناء الإنبات إنتاج عدد من الإنزيمات خصوصاً إنزيم الدياستيز الذي يحول النشاء إلى سكريات. ويستخدم شعير المولت في صناعة حليب المولت وأغذية الرضع واللبيرة. وتعد البيرة ناتج عملية تخمير منقوع الشعير المقطر بزهر نبات حشيشة الدينار التي تعطي البيرة طعمها المر المميز. ويجب أن يتصف الشعير المستخدم في إنتاج المولت ببعض الصفات والخواص المعينة حتى يكون ملائماً لهذا الغرض.

فيجب أن تكون حبوب الشعير براقية وممتلئة ونشوية ومكتملة النضج وذات قدرة إنبات مرتفعة وخالية من الكسور أو الجروح والأضرار الأخرى كالإصابة بالأمراض وفقد الأغلفة البذرية. وتؤثر العمليات الزراعية وظروف المناخ السائد على الخواص والصفات السابقة. كما إن للصفة الدور الأكبر في الحصول على الموصفات الجيدة لإنتاج المولت. تستخدم الموصفات التالية لدى تقويم واختبار صلاحية السلالة أو الصنف لإنتاج المولت :

1. وزن الحبة الواحدة أو وزن الألف حبة
2. نسبة الآزوت الكلي في الحبوب
3. معدل استخلاص المولت
4. كفاءة أنزيم الدياستر
5. كفاءة أنزيم الأميليز

بينت دراسة وراثية بعض مكونات الجودة في شعير المولت أن هذه المكونات ذات طبيعة وراثية معقدة.

9- إنتاج الشعير الثنائي الغرض

الشعير محصول متعدد الأغراض (غذائي، صناعي، علفي) فيمكن أن ترعى نباتات الشعير الخضراء في أشهر الشتاء وتترك بعد ذلك لإنتاج الحبوب، 48% من زارعي الشعير في سورية يعتمدون إلى اتباع أسلوب رعي الشعير كما يتبع نفس الأسلوب إنما بنسب متفاوتة في بعض البلدان العربية والأجنبية المجاورة (Yau and Mkn1985). وحرصا على عدم تأثر الغلة من الحبوب لا بد من إيجاد طرز وراثية خاصة ثنائية الغرض ملائمة للرعي وإنتاج الحبوب في نفس الوقت . وتدل الدراسات المنفذة حول هذا الموضوع وجود اختلافات وراثية واسعة في قدرة النبات على إنتاج المادة الجافة في مرحلة الإشتاء، والقدرة على تعويض الأجزاء النباتية الخضراء المستهلكة من قبل الحيوانات أثناء الرعي بسرعة وبالتالي إنتاج

الحبوب بعد الرعي، وهذا يشير إلى توافر إمكانات تربية طرز وراثية تتحمل الرعي دون أن يؤثر ذلك في قدرتها على إنتاج الحبوب، والمفهوم الأشمل في تربية الأصناف الثنائية الغرض يتمثل في قدرة هذه الأصناف على إعطاء إنتاج جيد من الحبوب سواء رعيّت النباتات أم لا . بمعنى أن يكون هناك توافق بين الإنتاج بنوعية الأخضر والحبي عند الرعي مع المحافظة على إنتاج محصول جيد من الحبوب في حال الامتناع عن الرعي .

طرائق تربية الشعير

الشعير ذاتي التلقيح ولا تصل نسبة التلقيح الخلطي 1%، ويتم تحسين هذا المحصول باستخدام طرائق التربية التقليدية الخاصة بذاتيات التلقيح كالتجهين بأنواعه (الرجعي والقريب والبعيد) ، والانتخاب الفردي والإجمالي، والطفرات، وكافة هذه الطرق تطرقنا إليها على نحو مفصل في الفصل الأول من هذا الكتاب (القمح)، كما يمكن استخدام طرائق أخرى أكثر فاعلية لتحقيق بعض الأغراض المعينة كالانتخاب المتكرر مثلاً.

الخطوة الأولى في تربية الشعير تكمن في تحديد الهدف، والخطوة الثانية تحديد المادة النباتية الضرورية لتنفيذ البرنامج التربوي.

الفصل الثالث

الذرة الصفراء

الاسم الانكليزي Maize

الاسم اللاتيني Zea mays

العائلة النجيلية Gramineae = Poaceae

النشأة الوراثية والتقسيم النباتي:

تعد الذرة الصفراء (*Zea mays*) والذرة المكسيكية *Teosinte*، (*Euchlaena mexicana* أو *Zea mexicana* ssp. وحتى *Tripsacum* و *mexicana* (أنواع عديدة من *Tripsacum*)، الأعضاء الثلاثة المنتمية لقبيلة Maydeae.

تعتبر الذرة المكسيكية من النباتات العشبية السنوية (Wilkes, 1967)، وهي شديدة القرابة من الذرة الصفراء، وتملك العدد الصبغي نفسه ($2n=20$)، وتتميز صبغياتها بمورفولوجية مشابهة لتلك التي تملكها الذرة الصفراء؛ وتوجد بعض الأنماط المعمرة من الذرة المكسيكية (*Teosinte*) تملك (40) صبغياً، أصبحت شبه منقرضة خارج الحدائق النباتية. وتختلف الودعتان التقسيميتان (الذرة الصفراء و الذرة المكسيكية) فيما يلي:

- في تركيب نورتيهما الزهرية المؤنثة.
- وفي شكل العقد الصبغية. وتظهر هذه العقد كمواقع ملونة قاتمة، يسهل تمييزها في مرحلة الطور الضام Pachytene من الطور التحضيري الأول Prophase I في الانقسام المنصف Meiosis. وتورث هذه العقد تورثاً مندلياً، وتتوضع هذه العقد في الذرة الصفراء، غالباً، بشكل قليل جداً على الأطراف الصبغية وقرب الأطراف.

وتشابه، غالباً، نباتات الذرة المكسيكية مورفولوجياً نباتات الذرة الصفراء. وتكون السوق، عادة، أقل قوة، وتميل النباتات الفردية لإعطاء عدد من الأشطاءات (الأفرع) أكبر. في حين تكون النورة المذكورة الطرفية متشابهة بين النوعين، فإن الشراية في الذرة المكسيكية لا تمتلك سنبلة وسطية بارزة، التي تميز الذرة الصفراء. تتألف النورات المؤنثة للذرة الصفراء من 1-3 أفرع جانبية قصيرة (ونادراً ما يصل عددها إلى 10)، التي ينتهي كل منها بالعناكيل (العرانيس) والتي يملك كل منها بدوره 8-24 صفاً من الحبوب (نادراً ما يكون أكثر من ذلك)، يملك كل منها حوالي 50 حبة. وتكون النورات الزهرية المؤنثة في الذرة المكسيكية، على شكل أغصان جانبية (والتي من الممكن أن تعطي فروعاً أخرى) يمكن أن ينتهي كل منها بسنبلة ذات

صفيين، قد تمتلك 12 علبة ثمرية قاسية. وتحمل كل علبة ثمرية حبة واحدة محاطة بعصافة صلبة. ويمكن للأفرع الجانبية الأكبر حجما أن تحمل سنابل طرفية ذات مآبر. يغطي عثكول الذرة عدد من الأوراق المتحورة عن الفرع الجانبي، وتلتصق الحبوب (وهي من وجهة نظر تقنية ثمار وحيدة البذرة أو البرة Caryopse أكثر من كونها بذرة) بمحور العثكول. بينما تغطي السنابل الجانبية في الذرة المكسيكية، أوراق محورة قليلة العدد غير محكمة الإغلاق، ويصبح محور السنبل (العثكول) شديد الهشاشة عند النضج، وتنتشر العلب الثمرية بسهولة. وحيث أن الذرة الصفراء، لا تمتلك خاصية نثر بذورها بشكل طبيعي، ولا خاصية سكون البذور، فهي تعتمد على الإنسان من أجل تكاثرها.

تتميز أنواع الجنس *Tripsacum* وفقا للعالم Randolph, 1970 بأنها معمرة، وذات أعداد صبغية مضاعفة للعدد الأساسي ($x = 18$). ويقارب الجنس *Tripsacum* بشدة، من وجهة نظر خلية ومورفولوجية، الجنس *Manisuris* (التابع لقبيلة Andropogoneae)، أكثر من قرابته للذرة الصفراء والذرة المكسيكية. وتتباين مختلف أنواع *Tripsacum* عن بعضها خضريا. وتختلف عن بعضها في حجم النبات بحيث تتراوح بين حجم نباتات القمح، أو أصغر من الطرز الأضخم من الذرة الصفراء. وتختلف نوراتها الزهرية عن نورات الذرة الصفراء والذرة المكسيكية، حيث أن الأزهار المذكرة والمؤنثة تُحمل منفصلة عن بعضها بعضا، ولكنها محمولة ترادفيا (أحدهما خلف الآخر) في السنابل الطرفية. تُحمل الأزهار المؤنثة في الجزء الأسفل من النورة الزهرية، وتتوضع الأزهار المذكرة في أعلى النورة. وتتطمر البذور في أجزاء محور السنبل الاسطوانى الشكل القاسى الذى يتفكك وينفصل عند النضج. وبالغم من أن جنس *Tripsacum* يملك صبغيات ذات عقد، فإن التركيب الوراثى العام والصبغى يختلف عن مثيله في الذرة الصفراء (Galinat, 1973). إنه يملك قرائن مورثات الذرة الصفراء، على الرغم من أنها لا تُحمل في الصبغيات نفسها. وتختلف أشكال الصبغيات وموقع توضع العقد عليها عن تلك الموجودة في الذرة الصفراء.

تتصالب أنواع الذرة المكسيكية Teosinte بسهولة ويسر مع الذرة الصفراء ، وتعطي نسلا خصبا. وحيث أن الذرة الصفراء والذرة المكسيكية و *Tripsacum*، تتلاقح خلطيا بالهواء وتنمو إلى جانب بعضها في المكسيك وجواتيمالا، فإن دخول المورثات وانتقالها التبادلي بين تلك النباتات ممكن، ويحدث بدون أدنى شك. ويمكن أن يتم تهجين *Tripsacum* مع الذرة الصفراء (بصعوبة ، ماعدا مع النوع *T. floridanum*) ، ولكن النسل يبدي درجات مختلفة من العقم. ولكن باستخدام التهجين الرجعي، يمكن إدماج جزء صغير من المجموعة المورثية Genome لجنس *Tripsacum* في المجموعة المورثية للذرة الصفراء.

إن الأجناس الشرقية من قبيلة Maydeae (أي *Coix* و *Sclerachne* و *Polytoca* و *Chionachne*) معروفة عادة بقرابتها البعيدة للذرة الصفراء (Mangelsdorf, 1974)، ورغم ذلك ، فلقد اعتُقد ، أحيانا، أن جنس *Coix* الذي يملك صبغيات ذات عقد صبغية بتضاعفات العدد الأساسي للصبغيات ($x = 5$)، هو أشد قرابة من الذرة الصفراء بالمقارنة مع الأجناس الشرقية الأخرى. ولقد افترض أن العدد الأساسي لصبغيات قبيلة Maydeae هو ($x = 10$) ، ونشأ كنتيجة للتضاعف الثنائي المزدوج Amphidiploidy بين نوعين لكل منهما العدد الصبغي الأساسي ($x = 5$)، مثل الجنس *Coix* و الذرة البيضاء *Sorghum*. واعتمدت فرضيات أخرى لتحديد منشأ قبيلة Maydeae على اشتقاقها من قبيلة Andropogoneae (حسب Weatherwax, 1954 و Mangelsdorf, 1974). وحيث أن قبيلة Maydeae تبدو غريبة المنشأ غير متجانسة ، وحيث أن التفريق بين قبيلتي Andropogoneae و Maydeae يعتمد فقط على الصفة البسيطة، وهي وحدة المسكن Monoecy (وعكسها ثنائي المسكن Dioecy) ، فمن الممكن أن تكون كل من قبيلة Maydeae الشرقية والأمريكية ، قد نشأ من أكثر من جد واحد تابع لقبيلة Andropogoneae.

يبدو أن هنالك ثلاث فرضيات سائدة تتعلق بتحديد أصل ومنشأ الأجناس الأمريكية التابعة للقبيلة Maydeae ، هي :

• الفرضية الأولى: تفترض أن الذرة الصفراء الذرة المكسيكية وجنس *Tripsacum* تنحدر من جد مشترك (حسب Weatherwax, 1954)، حيث تمايز الجنس *Tripsacum* بمرحلة أبكر بالمقارنة مع الذرة الصفراء والذرة المكسيكية.

• الفرضية الثانية: تفترض أن الذرة الصفراء انحدرت من الذرة المكسيكية. ونشأ هذا الافتراض بشكل متقطع عبر السنوات، وقد أيد هذه الفرضية (Galinat (1973).

• الفرضية الثالثة: توجد دراسات تتضمن تحديد سلالة محتملة كجد للذرة المكسيكية، عبر تحديد الحد الأدنى من المواقع الوراثية Loci التي تمايز الودعتين التقسيميتين وعلاقات الارتباط بين هذه المواقع. ولقد حذر (Galinat, 1971) و (Mangelsdorf, 1974)، بأن ليست هنالك حقائق أثرية لدعم فكرة أن الذرة المكسيكية هي جد الذرة الصفراء؛ وفي الحقيقة، إن كل أنماط الذرة الصفراء المعروفة مبكراً تقريباً، هي أنماط ذات عتاكيل متعددة الصفوف وذات عصافات Glumes طرية وتمتلك بالوقت نفسه سنيبلات مزدوجة. وقد أكد كل من Mangelsdorf, و Weatherwax, عام 1954 على أن هذه الصفات التي تبدو أنها تطويرية، هي أكثر تخصصاً في الذرة المكسيكية بالمقارنة مع الذرة الصفراء. ولهذه الأسباب، افترض (Mangelsdorf, 1974)، الفرضية الثالثة، أي أن الذرة المكسيكية Teosinte نشأت وتطورت من الذرة الصفراء.

ولقد قادت الدراسات التي نفذت منذ سنوات طويلة من قبل Galinat و Mangelsdorf لاختبار فرضية أن الذرة المكسيكية نشأت كهجين بين الذرة الصفراء و *Tripsacum*، أثبتت من قبل (Galinat, 1971, 1973). وبينت الدراسات المبكرة أن تسلسل المواقع الوراثية في الذرة الصفراء والذرة المكسيكية Teosinte متشابهة تماماً، ويوجد ارتباط بين عديد من المواقع المميزة. ولقد وجد في *Tripsacum*، عكس ذلك، حيث أن المواقع نفسها تتواجد غالباً على صبغيات مختلفة. إن هذه الاكتشافات لاتدعم الفرضية الثلاثية التي وضعها Mangelsdorf و Reeves المتعلقة في أصل ومنشأ الذرة الصفراء. كما أن هذه الاكتشافات لاتدعم الفرضية المفترضة من قبل Galinat ومساعديه، والتي تفترض أن *Tripsacum*

ظهر كنتيجة للتهجين بين الذرة الصفراء (وهو جنس يتضمن ، وفق رأي Galinat الذرة المكسيكية Teosinte) و *Manisuris* وهو ينتمي لقبيلة *Andropogoneae*. ويرى (1974), Mangelsdorf اعتمادا على دراسات كانت قد أجريت باستعمال المجهر الالكتروني ، أن *Teosinte* لم تظهر كنتيجة للتهجين بين الذرة الصفراء و *Tripsacum*. وقد بينت هذه الدراسات أشواك حب الطلع تتوزع توزيعا منتظما في الذرة الصفراء و *Teosinte*، بينما تتجمع في حب طلع *Tripsacum* . يتميز الهجين بين الذرة الصفراء و *Tripsacum* بكونه وسيطا لأنه مشتق من مثل هذه الهجن والتهجينات الرجعية التي تمتلك على الأقل صبغيا واحدا من *Tripsacum* .

جرت محاولات لتقسيم النوع *Mays* إلى تحت أنواع أو أصناف تبعا لصفات السويداء والقنابع والشكل الخارجي للعرنوس، فكانت تحت الأنواع التالية:

1. الذرة المنغوزة *Zea mays indentata*:

يتركز النشاء الصلب في جوانب الحبة، بينما يمتد النشاء الطري إلى قمة الحبة، وعند جفاف الحبوب يفقد النشاء الطري رطوبته بسرعة ويتجعد بدرجة أكبر من النشاء الصلب ليشكل انخماصا في قمة الحبة. يعتقد أن موطن نشوء الذرة المنغوزة المكسيك والذي يعد مركزا للاختلاف والتباين لهذا الطراز.

2. الذرة السكرية *Zea mays saccharata* :

تكون السويداء شفافة، وتحتوي الحبوب غير الناضجة على كمية كبيرة من السكر، وتتجعد الحبوب الناضجة بدرجة كبيرة. تزرع الذرة السكرية وتحصد عرانيستها في طور النضج اللبني للاستهلاك الطازج أو التعليب، وقد وجد أن صفة المحتوى من السكر يتحكم فيها عامل وراثي متحي واحد.

3. الذرة الصوانية *Zea mays indurata* :

حبوبها ناعمة براقعة مستديرة، تحتوي على جزء صغير من النشاء الطري المحاط بالنشاء القاسي.

يعتقد أن الذرة الصوانية الأصلية نشأت جنوب أمريكا وهي طراز استوائي يحمل حبوب صغيرة وعرائس كبيرة ذات صفوف غير منتظمة، ونشأت الطرز الحالية ذات الصفوف المنتظمة عن طريق التهجين بين الطراز الاستوائي والجنس *Euchlaena* الذي حمل صفة الصفوف المنتظمة للطراز الاستوائي، ثم نفذ التهجين الرجعي مع الطراز الاستوائي.

4. ذرة البوشار *Zea mays averta* :

نسبة النشاء الطري إلى النشاء الصلب أدنى من الذرة الصوانية، الحبوب صغيرة الحجم تتفجر عند تعرضها للحرارة.

5. الذرة النشوية *Zea mays amylacea* :

تتكون السويداء من نشاء طري ماعدا طبقة رقيقة من النشاء الصلب موزعة على جانبي الحبة. وبينت الدراسات الوراثية أن هذا الطراز قد نشأ من إحلال مورث السويداء النشوي محل مورث السويداء القرني في الطرز الصوانية والمنغوزة وذرة البوشار .

6. الذرة المغطاة *Zea mays tunicata* :

يمكن أن تكون السويداء صوانية أو منغوزة أو شمعية أو سكرية أو كما في ذرة البوشار، إلا أن الحبوب مغطاة تماما بالعصافات والقنابع.

7. الذرة الشمعية *Zea mays ceretina* :

تحتوي سويداء هذا الطراز على كربوهيدرات ذات طبيعة خاصة تكسبه قواما شمعيًا. وتعد الصين مصدر هذا الطراز.

تتميز القبيلة Maydeae -كما ذكرنا- بوجود النورتين المذكرة والمؤنثة منفصلتين على نبات واحد، يحمل النبات الذرة الصفراء شكلين للنورة الزهرية، الأولى نورة مذكرة عنقودية الشكل في قمة النبات، والثانية مؤنثة تخرج من آباط الأوراق على الساق.

تترتب سنيبلات النورة المذكرة على شكل أزواج إحداها جالسة والأخرى معنقة ، وتتألف كل سنيبلية من زوج من الأزهار، وتتألف الزهرة الواحدة من عصافيتين وثلاثة أسدية وفليستان.

التلقيح السائد في الذرة الصفراء خلطي بالرياح، ويمكن للنورة المذكرة الواحدة أن تنتج 25 مليون حبة لقاح أي ما يعادل 25 ألف حبة لقاح لكل ميسم، غير أن الفترة التي تبقى فيها حبوب اللقاح حية وقادرة على الإخصاب قصيرة ولا تتجاوز 24 ساعة.

تتنظم على محور النورة المؤنثة (القولحة) السنيبلات على شكل أزواج جالسة ومتشابهة في التركيب، ويوجد عند قاعدة كل سنيبلية قنبتان أقصر من المبيض تحوي كل سنيبلية على زهرتين السفلى عقيمة أما العليا فهي خصبة وتتألف من عصافيتين ومبيض مكون من حجرة واحدة يحمل قلما طويلا يدعى الحريرة مع آثار للأسدية الثلاث. تغطي النورة المؤنثة (العرنوس) بشكل كامل بأوراق متحورة تدعى أغلفة العرنوس.

تعد الذرة الصفراء من المحاصيل المحبة للحرارة، وتتأثر بالجفاف، وهي من نباتات النهار القصير ويتأثر إنتاجها بشكل كبير في ظروف النهار الطويل تبدأ النورة المذكرة بالإزهار بعد (6-12) يوما من تاريخ ظهورها من غمد الورقة العليا، حيث تزهر أولا الأزهار الموجودة في وسط المحور المركزي ومن ثم ينتشر الإزهار نحو الأعلى والأسفل، ويتوجه تدريجيا إلى الأفرع الجانبية.

يتم الإزهار في السنيبلات وفي السنيبلية بأوقات مختلفة حسب توضعها:

ففي الفرع الواحد تتفتح الزهرة العلوية في السنبيلة السفلية الجالسة في نفس الوقت الذي تتفتح فيه الزهرة السفلية من السنبيلة العلوية، وتتم بسرعة عملية تفتح الزهرة وخروج المتك وانتشار حبوب اللقاح.

تبدأ الأزهار بالتفتح ما بين السابعة والتاسعة صباحا كقاعدة عامة وتستمر حتى منتصف النهار. أما في الجو الماطر الذي يعقبه جو صحو فإنه يمكن ملاحظة تفتح الأزهار في النصف الثاني من النهار أيضا. وتستمر النورة المذكرة بالإزهار فترة تتراوح بين (3 و15) يوما وذلك حسب:

1. الصنف

2. الظروف الجوية

3. درجة نمو النورة

وتبدأ عملية الإزهار في النورة المؤنثة بمجرد خروج صفائر الأقلام من غطاء العرنوس. تظهر مياسم الأزهار السفلية على العرنوس في البداية، وبعد ذلك يتم ظهور مياسم الأزهار العلوية تدريجيا. وقد يصل الفرق بين ظهور مياسم الأزهار السفلية والعلوية إلى سبعة أيام ولكن بشكل متوسط (3-2) أيام عادة تصل المياسم والبويضات إلى مرحلة النضج والاستعداد لاستقبال حبوب اللقاح والإخصاب قبل ظهور الصفائر بيومين تقريبا. يغطي القلم بالأهداب في جميع أجزائه وبهذا يكون أكثر قدرة على احتجاز حبوب اللقاح الطائرة كما أن ذلك يوفر الظروف الملائمة لنمو الأنبوبة اللقاحية في حبة اللقاح بالرغم من عدم وقوعها على الميسم.

وتبقى الأقلام والمبايض محتفظة بحيويتها وقدرتها على التلقيح والإخصاب لمدة تصل إلى قرابة أسبوعين، ويستمر خيط القلم بالنمو والتطاول قبل حدوث الإخصاب، وقد يصل طولها إلى أكثر من (35) سم ولكن بعد حدوث التلقيح والإخصاب تذبل وتجف خلال (3-2) يوما. تبدأ النورة المؤنثة بالإزهار بعد (1-4) أيام من بداية الإزهار في النورة المذكرة علما أنه توجد في بعض الحالات والأصناف التي تطول فيها الفترة لتصل إلى (20) يوما وأكثر كما تصادف بعض

الطرز المزروعة (الطرز النباتية في وسط آسيا) من الذرة التي تبدأ فيها أزهار النورة المؤنثة قبل النورة المذكرة بيومين.

أهداف تربية الذرة الصفراء:

تعد الذرة الصفراء المادة الكلاسيكية لإجراء الدراسات الوراثية ويعود ذلك لقلة العدد الصبغي ($2N=20$) بالإضافة إلى وضوح الصبغيات وسهولة تمييزها بعضها عن بعض ويتمثل ذلك في :

1. الاختلاف في أطوال الصبغيات نسبياً .
 2. الخواص المميزة لكل صبغي .
 3. وجود الانتفاخات (العقد knobs) على الصبغيات في أماكن محددة بالنسبة لكل صبغي .
 4. توضع السنترومير في الصبغي في أماكن محددة بحيث يعطي نسباً محددة لأطوال الأذرع خاصة بكل صبغي .
 5. درجة تقارب الكروماتيدات مختلفة من صبغي لآخر.
- تتلخص أهداف تربية الذرة الصفراء بالآتي:

1- رفع الإنتاج الحبي والعلفي:

بينت الدراسات الحديثة إمكانية تحسين الإنتاج الحبي للذرة الصفراء من خلال التحكم بعناصر الإنتاج وهي:

1. عدد العرائيس في النبات
2. حجم العرنوس
3. عدد الحبوب في العرنوس
4. وزن الحبوب في العرنوس
5. وزن الألف حبة
6. عدد العرائيس في وحدة المساحة

ونشير هنا إلى أن المستوى الحالي للإنتاج في هجن الذرة المزروعة عالٍ جداً إلا أنه لم يتم التوصل إلى تحسين فعلي في إنتاج المادة الجافة الكلية للأصناف ضمن ظروف بيئية معينة. ولتحقيق ذلك يجب توخي الفهم الكامل للعمليات الفيزيولوجية الأساسية المختلفة في النبات خصوصاً البناء الضوئي. وهذا الأمر ضروري وهام من أجل تحسين الغلة الحيوية ولممارسة الانتخاب الفعال لمعظم صفات وخواص النبات المرغوبة الأخرى.

2-تحسين نوعية الحبوب

يهتم مربي النبات بتحسين نسبة ونوعية البروتين والمواد الدسمة في حبوب الذرة الصفراء بالدرجة الأولى.

تحتوي الذرة الصفراء (حبوب-مادة خضراء) على نسبة منخفضة من البروتين، وقد جرت العديد من المحاولات لرفع هذه النسبة، ومن هذه المحاولات تلك المنفذة في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث كانت نسبة البروتين في الحبوب لا تتعدى 10.92 % آنذاك وبعد عشرة أجيال من الانتخاب تم رفع نسبة البروتين إلى 14.92% وإلى 19.45% بعد خمسين جيلاً من الانتخاب. وقد دلت الدراسات الوراثية أن محتوى الحبوب من البروتين هو من الصفات الوراثية الكمية التي يتحكم بها العديد من المورثات ذات الأثر التجميعي.

يتكون بروتين حبوب الذرة الصفراء من:

1. البروتين الموجود في الجنين: ويعتبر متوازناً من الناحية الغذائية لكنه يكون فقط 20% من البروتين الكلي للحبوب.
2. البروتين الموجود في السويداء، ولا يحتوي عادة على كميات كافية من الحمضين الأميين الأساسيين اللايسين والتربتوفان وبالتالي يعتبر بروتيناً غير متوازن من الناحية الغذائية.

ويمكن تحسين نوعية بروتين حبوب الذرة الصفراء بزيادة نسبة التريتوفان واللايسين في بروتين السويداء أو زيادة بروتين الجنين ويمكن تحقيق هذا عن طريق انتخاب الحبوب ذات الأجنة الكبيرة.

تتراوح عادة نسبة البروتين في حبوب الذرة الصفراء بين 10 إلى 12% وقد أمكن الحصول على طفرتين هما المعتم 2 - opaque والدقيقي 2 - floury غيرتا من نسب الأحماض الأمينية في بروتين الحبوب. بدأ مربو الذرة الصفراء بنقل المورث 2 - opaque إلى الأصناف التجارية والسلالات الذاتية التلقيح بإتباع أسلوب التهجين الرجعي. ويعاب على الأصناف ذات السويداء المعتم 2 - opaque انخفاض إنتاجها من الحبوب إضافة لبعض الآثار الضارة الأخرى كمظهر الحبوب الرديء والتأخر في النضج.

ونفذ برنامج تربية لتحسين محتوى الحبوب من الزيت في الينوى بالولايات المتحدة الأمريكية، وقد كانت نسبة الزيت في حبوب الصنف المفتوح التلقيح Burr White آنذاك حوالي 4.7% ارتفعت إلى 7.37% بعد عشرة أجيال من الانتخاب وإلى 15.36% بعد خمسين جيل انتخابي، ومن المعروف أن معظم الزيت الموجود في الحبوب يكون في الجنين، وبذلك فإن انتخاب السلالات ذات الأجنة الكبيرة الحجم يؤدي إلى رفع نسبة الزيت، وتعد صفة محتوى الحبوب من الزيت من الصفات الكمية أيضاً كما هو الحال بالنسبة لصفة محتوى الحبوب من البروتين.

3-الباكورية

تعد الباكورية من الصفات المتغيرة بشدة، وتستخدم السلالات النقية المتباينة في موعد النضج كأباء في برامج التربية للحصول على هجن مبكرة في النضج، فلقد تبين أن الهجن الناتجة عن سلالات متباينة في موعد النضج ستتضج في فترة قريبة من موعد نضج الأب المبكر، وفي حال تهجين سلالتين متساويتين في موعد النضج تنتج هجنا متأخرة في النضج عن الأبوين.

يحد كثيرا من التوسع في زراعة الذرة الصفراء طول فترة النمو سواء كان لإنتاج الحبوب أم لإنتاج المادة الخضراء، وقد خضعت صفات الباكورية للعديد من الدراسات الوراثية أشارت معظمها إلى سيطرة الفعل الوراثي التجميعي للمورثات على معظمها (مقدرة عامة على الخلط موجبة وعالية وذات دلالة إحصائية لصفة عدد الأيام حتى ظهور 50% من النورات الزهرية المؤنثة).

4-استقرار الإنتاج

يبقى الطلب الملح لمربي النبات استنباط الأصناف العالية الإنتاج المتأقلمة بصورة جيدة مع الظروف المناخية والزراعية السائدة، أي تلك المتميزة بثبات واستقرار إنتاجيتها .

يعد هدف استقرار الإنتاج من أهم أهداف مربي النبات، ومعادلاً في أهميته لتحسين الغلة الاقتصادية من الحبوب. يتحتم على الأصناف المنتخبة أن يكون لديها القدرة على تحمل مهاجمة الأمراض والحشرات إضافة لتحمل التغيرات الطفيفة في الظروف البيئية المحيطة وأساليب الزراعة والرعاية.

ولتحقيق هذا الهدف يتم تقويم المادة التربوية في مناطق بيئية متباينة سواء بزراعتها في عدد من المواقع أو لعدة مواسم أو كليهما معاً، أو بزراعتها في مواعيد زراعة مختلفة.

5-المقاومة للرقاد

تتوفر صفة المقاومة للرقاد في النباتات ذات المجموع الجذري القوي ، والساق المرن المقاوم للكسر والحشرات والأمراض.

إن مكنة زراعة الذرة الصفراء تتطلب استنباط هجن مقاومة للرقاد قوية البنية. ويمكن الحصول على هجن مقاومة للرقاد عن طريق إدخال السلالات النقية المقاومة للرقاد في التهجينات المنفذة، أما في حال تهجين سلالتين إحداها مقاومة للرقاد والأخرى

حساسة يتم الحصول على هجين متوسط المقاومة للرقاد. يعمل مربّي النبات بهدف التوصل لأصناف مقاومة للرقاد من الذرة الصفراء على انتخاب النباتات المتميزة بتقزم الجزء من الساق الواقع فوق العرائس فذلك يفيد في المقاومة للرقاد ولا يؤثر في قابلية الجني الآلي للعرائس.

أشارت الأبحاث المنفذة على الذرة الصفراء إلى وجود ارتباط إيجابي بين المقاومة للرقاد وتخشب الساق، بينما غاب الارتباط بين درجة المقاومة للرقاد وطول الساق.

6- تحمل الظروف غير الملائمة:

يتدهور نمو وإنتاج الذرة الصفراء بشكل واضح عند زراعتها في أتربة غير ملائمة لنمو النباتات كالأتربة الحامضية أو المحلية أو القلوية، كما قد يحدث هذا في الظروف المناخية غير الملائمة للنمو أيضاً كالحرارة العالية ورطوبة التربة المحدودة أو الرطوبة النسبية المنخفضة وفي حال هبوب الرياح الحادة وحدوث الصقيع وفي الأجواء غير المشمسة أي في وجود الغيوم.

يتأثر نمو وإنتاج نباتات الذرة الصفراء بشدة في الحرارة العالية والجفاف. وقد يكون الضرر محدوداً، ويمكن أن يكون حاداً بحيث لا تتكون حبوب على الإطلاق أو تموت النباتات في الحالات الحادة. لذا فإن التربية لمقاومة الآثار الضارة للحرارة العالية والجفاف تتضمن إنتاج أصناف متميزة بالآتي:

1. الهروب من الأثر الضار للحرارة العالية والجفاف.

2. تحمل الآثار الضارة للحرارة العالية والجفاف.

فيمكن إنتاج أصناف مبكرة بحيث يتم نضج النباتات قبل ابتداء الظروف القاسية. بينما يتصف استنباط أصناف متحملة للحرارة العالية والجفاف بالصعوبة البالغة نظراً لوجود اختلافات واسعة في الظروف البيئية المسببة للضرر.

وعند الرغبة بإنتاج أصناف مقاومة للحرارة العالية والجفاف يمكن انتخاب النباتات التي تعطي إنتاجاً عالياً من الحبوب في ظروف الجفاف، والنباتات الخالية من احتراق الأوراق في ظروف الحرارة العالية، والنباتات المتميزة بالتبكير في الأزهار المؤنث بالنسبة لموعد انتشار حبوب اللقاح، وطول فترة انتشار حبوب اللقاح من النورة المذكورة.

ويعد استنباط الأصناف المقاومة للبرودة أحد الاتجاهات الأساسية في تربية الذرة الصفراء، إذ يعطي إمكانية التوسع في زراعتها في المناطق التي تنخفض فيها درجات الحرارة نسبياً، والاستفادة منها في الحصول على السيلاج الجيد، وتكون النباتات قادرة على تحمل الصقيع القصير الأمد دون أن تتضرر.

7- مقاومة الأمراض والحشرات:

تعد برامج التربية الهادفة لإنتاج طرز وراثية مقاومة للآفات الوسيلة الناجعة والأكثر اقتصادية لتجنب أضرار الحشرات والأمراض. تصاب الذرة الصفراء بأكثر من ستين مرضاً مختلفاً، وتقسم هذه الأمراض إلى أمراض البادرات وأمراض الأوراق وأمراض الساق والعرائيس، كما تقسم إلى أمراض فطرية وأمراض بكتيرية وأمراض فيروسية.

وبشكل عام أمكن التحكم بأمراض البادرات عن طريق معاملة البذار بالمطهرات الفطرية وهذه المعاملة لم يكن لها أي تأثير على أمراض الأوراق، وقد بذلت جهود ضخمة في العالم لإنتاج الأصناف المقاومة. وتبين أن طريقتي النسب والتهجين الرجعي أثبتتا فعالية وكفاءة في تحسين صفة المقاومة لأمراض الأوراق بينما لم ينجز إلا القليل بالنسبة لأمراض السوق.

من المعروف أن درجة مقاومة النبات للمرض تنتج أساساً من التفاعل بين المسبب المرضي والعائل وكل منهما يمتلك طاقة هائلة من التباين الوراثي، وعلى ذلك فإن

التربية لمقاومة الأمراض عملية مستمرة وبالتالي فإنه سوف لا يُسمح لأي صنف زراعي ناجح أن يبقى متفوقاً إلا لفترة محدودة من الزمن.

يعد عفن الساق من الأمراض الخطيرة التي تصيب السوق ويؤدي إلى رقاد النباتات وصعوبة الحصاد وفقد كبير في الغلة. ويسبب عفن الساق بعض الكائنات الفطرية والبكتيرية مثل *Diplodia*, *Pythium*, *Fusarium* وغيرها، ويمكن تحديد طريقة التربية المتبعة وفقاً لعدد المورثات المتحكمة بصفة المقاومة لمرض ما وطريقة عملها. وقد توجد مصادر مختلفة للمقاومة البعض منها يتحكم بصفة المقاومة مورث واحد بينما يتحكم بوراثة المقاومة في البعض الآخر المورثات المتعددة *Polygenes*. يعد المورث *Ht* المتحكم بإظهار صفة المقاومة لمرض احتراق الأوراق مثلاً جيداً على الاستفادة من منجزات التربية لمقاومة الأمراض. تصاب النباتات بمرض احتراق الأوراق في ظروف الرطوبة العالية وينخفض الإنتاج نتيجة لذلك إلى النصف تقريباً.

تتجه برامج التربية نحو تحسين صفة المقاومة لمرض التفحم و الفيوزاريوز والعفن الأسود والأبيض . وتستخدم حالياً بعض السلالات التي تملك المورث *ag* و *op* بهدف إنتاج الهجن المقاومة للحشرات مثل ثاقبة أوراق القطن وغيرها. ونشير في هذا المجال إلى أنه لم يتم التوصل إلى نتائج مرضية في مجال التربية لمقاومة الحشرات ويتطلب ذلك المزيد من البحث والدراسة واستخدام الأصول الوراثية المختلفة للذرة الصفراء.

ولا تتأخر الآفات عن مهاجمة محصول الذرة الصفراء في المخازن، حيث يمكن أن يصل الفقد في كمية ونوعية الحبوب المخزنة من جراء مهاجمة حشرات المخازن أو الكائنات الحية الدقيقة في ظروف التخزين الرديء إلى أكثر من 10%. إضافة إلى ذلك يمكن أن تنتج الكائنات الدقيقة مواداً سامة في ظروف التخزين الرديء والتي قد تسبب بدورها بعض المشاكل الصحية عند التغذية على هذه الحبوب.

بينت الدراسات الوراثية توافر اختلافات صنفية لتحمل الإصابة بفطريات وحشرات المخازن، بل حتى في درجة احتوائها على المواد السامة. ويساعد تحمل الطرز الوراثية لمخاطر ومشاكل التخزين خصوصاً في البيئات الرطبة في المحافظة على كمية ونوعية الحبوب المنتجة والمخزنة والمستهلكة. وقد يهدف مربي النبات إلى تحديد درجة استجابة الطرز الوراثية لموارد الإنتاج المتاحة (ري-تسميد-مبيدات-منظمات نمو...)

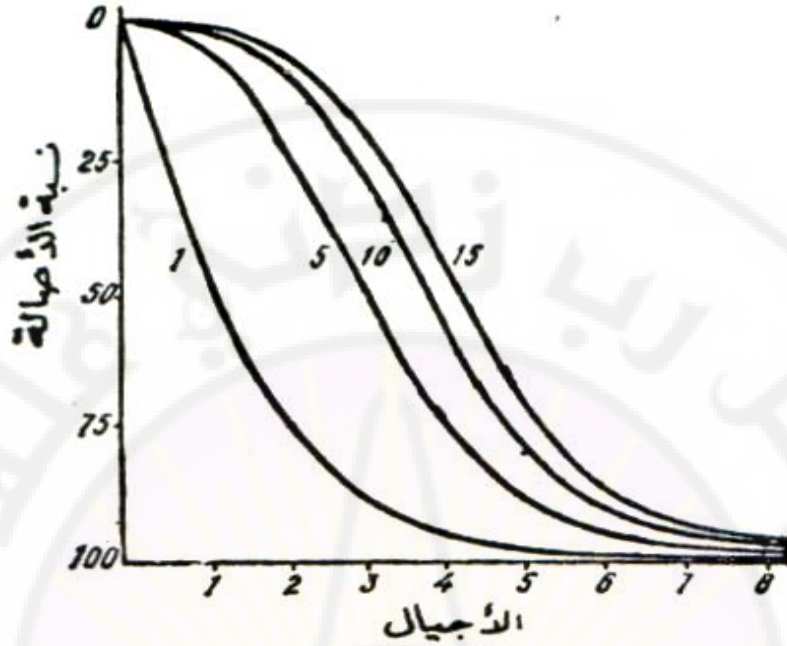
يسعى مربي النبات إلى انتخاب الطرز الوراثية التي تستجيب بصورة أفضل للكميات والمقادير المتزايدة من موارد الإنتاج المختلفة. يتوقف إنتاج وحدة المساحة عادة على إنتاج النبات الواحد وعدد النباتات في وحدة المساحة. وقد تبين وجود علاقة خطية بين عدد النباتات في وحدة المساحة وكمية الإنتاج الحبي حتى حدود معينة. لذا فإن استنباط أصناف تتميز بالقدرة على تحمل الزراعة الكثيفة تعطي أملاً كبيراً في تحسين وزيادة الإنتاج.

ولسوء الحظ لا تستجيب الأصناف والهجن الحالية للزراعة الكثيفة بشكل جيد. وبالتالي يجب دراسة العشائر التي لم تخضع سابقاً لعمليات التحسين والتربية أو البحث عن مصادر وراثية جديدة تتصف بتحمل الكثافات النباتية العالية نسبياً.

طرائق تربية الذرة الصفراء

أولاً- تربية الذرة الهجين

للحصول على الذرة الهجين لا بد أولاً من تزواج سلالات سبقت تربيتها داخليا، والمقصود بالتربية الداخلية أي نظام للتزواج يكون بين أفراد تربطها صلة القربى، ويعد التلقيح الذاتي أشد درجات التربية الداخلية في النبات (الشكل، 12).



الشكل (12) تأثير الدرجات المختلفة من التربية الداخلية في سرعة الوصول إلى الأصالة الوراثية

تتخذ التربية الداخلية على خلطيات التلقيح لتحقيق الأغراض الآتية:

1. الحصول على سلالات أصيلة وراثيا تحافظ على تركيبها الوراثي عند إكثارها، وتعطي عند تلقيحها معا هجنا لا يتغير تركيبها الوراثي بتكرار إجراء نفس التهجين.

2. يستفاد من السلالات الناتجة عن التربية الداخلية في خفض نسبة الأليالات الضارة غير المرغوب فيها عند استعمالها كأباء للأصناف التركيبية.

3. تزيد التربية الداخلية من الاختلافات الوراثية بين أفراد العشيرة (بين السلالات المتكونة) ويفيد ذلك في زيادة كفاءة عملية الانتخاب والتحسين الوراثي المتوقع في برنامج التربية.

أشارت الدراسات الوراثية أن التربية الداخلية في الذرة الصفراء تؤدي إلى تدهور كبير في النمو (الشكل، 13)



الشكل (13) أثر التلقيح الذاتي المستمر على نبات الذرة الصفراء لمدة سبعة أجيال

وبينت أولى التجارب المنفذة في هذا المجال على الذرة الصفراء أن الجيل الأول الناتج عن التلقيح الذاتي يكون -دائما- أقل في الحجم والإنتاج من آبائه، ويستمر التدهور جيلا بعد آخر من أجيال التربية الداخلية حتى الجيل السابع أو الثامن، كما أدت التربية الداخلية إلى انعزال سلالات من الذرة تختلف عن بعضها في العديد من الصفات مثل قوة التفرع وطول النبات وموقع العرنوس على النبات وعدد الإشتاءات ولون الحبوب وحجمها... الخ. وقد أطلق مصطلح Inbreeding depression على التدهور المصاحب لعملية التربية الداخلية، وأهم مظاهر التدهور ضعف النمو، ونقص المحصول، وظهور صفات غير مرغوبة، وصفة نقص اليخضور التي تعد أشدها ضررا على النبات، وتتراوح بين نقص بسيط في جزء من الورقة إلى نقص يشمل كامل النبات.

وتجدر الإشارة إلى وجود العديد من طرق التربية الداخلية في الذرة الصفراء نذكر منها: التلقيح الذاتي، وتلقيح متبادل بين نباتين من نسل واحد Full-sib mating ،

وتلقيح جميع النباتات بحبوب لقاح مخلوطة معا ومجموعة من نفس النباتات sib
Half- mating، وتلقيح جميع النباتات بحبوب لقاح من أب رجعي
Backcrossing (الشكل، 14)

التلقيح الذاتي



الشكل (14) طرق التربية الداخلية في الذرة الصفراء

نظرا لأن إنتاج السلالات الأصلية المرباة داخليا يتطلب جهدا كبيرا ويستغرق عدة سنوات فقد اتجه تفكير كثير من الباحثين نحو محاولة استخدام النباتات الأحادية (1) (ن) في إنتاج نباتات أصلية (2 ن) بمضاعفتها بالكولشييسين ، وكان Chase عام 1949 هو أول من نادى بهذه الطريقة وطبقها في الذرة ، وهو محصول تظهر فيه النباتات الأحادية طبيعيا بطريقة التوالد البكري Parthenogenesis بمعدل 0.1 %،

ويمكن معرفة النباتات الأحادية بسهولة إذا ما زرعت نباتات أحد الأصناف المرغوب فيها المفتوحة التلقيح بالتبادل مع صنف آخر به جين سائد معلم Marker gene لا يوجد في الصنف المفتوح التلقيح وتزال جميع النورات المذكرة من الصنف المفتوح التلقيح لكي يلقح بالصنف الآخر، ثم تحصد بذوره وتزرع وبذلك يمكن معرفة النباتات الأحادية الناتجة بطريق التوالد البكري، وهي التي لا تكون حاملة للصفة السائدة وقد استخدم Chase لذلك صفة لون النبات القرمزي وهي صفة سائدة تظهر في طور البادرة.

ويمكن مضاعفة النباتات الأحادية بسهولة بالكولشييسين لإنتاج نباتات ثنائية أصلية، وتميل نباتات الذرة الأحادية بطبيعتها للارتداد إلى الحالة الثنائية لدرجة أن 10 % من النباتات الأحادية غالبا ما تنتج بذورا ثنائية عند تلقيحها ذاتيا، وقد استخدمت السلالات الأصلية المنتجة بهذه الطريقة في إنتاج بعض الهجن إلا أن استعمالها لا يزال محدود الانتشار.

مصادر النباتات الأحادية :

يمكن الحصول على النباتات الأحادية من المصادر التالية :

1. من حالات التوالد البكري لإحدى الخلايا الأحادية التي توجد في الكيس الجنيني، وهي التي سبقت الإشارة إلى أنها تحدث طبيعيا في الذرة بنسبة تصل إلى 0.1%.
2. من النباتات الأحادية التي تنشأ بطريقة التوالد البكري الذكري، وهي الحالات التي تقش فيها النواة الذكرية في الاتحاد مع نواة البيضة وإنما تنمو النواة الذكرية إلى جنين أحادي مباشرة، ويكون سيتوبلاسم الخلايا الأحادية هو سيتوبلاسم الجاميطة المؤنثة، تحدث هذه الظاهرة بنسبة منخفضة في الطبيعة وقد اقترح Chase الاستفادة منها في نقل صفة العقم الذكري السيتوبلاسمي إلى السلالات المرباة داخليا الأصلية الخصبة.

3. من حالات تعدد الأجنة الأحادية التي تكون مصاحبة للإخصاب وتكوين الجنين الثنائي الجنس في بذور بعض الأنواع النباتية، وتحدث هذه الظاهرة بنسبة أقل من 0.1% في عدد من الأنواع النباتية.
4. يمكن إنتاج النباتات الأحادية بشكل روتيني بوساطة مزارع المتوك وحبوب اللقاح

مزايا السلالات الثنائية الأصلية المضاعفة وعيوبها :
يمكن تلخيص مزايا النباتات الثنائية الأصلية الناتجة من مضاعفة النباتات الأحادية فيما يلي :

1. يتم الوصول إلى الأصالة الوراثية بعد عدد أقل من الأجيال عما يلزم في برامج التربية الداخلية، ويمكن أن يقلل ذلك من الوقت اللازم لإنتاج سلالات أصيلة.
2. يمكن أن تكون عملية الانتخاب (المفاضلة) بين الأنسال المتجانسة للأفراد الأحادية المتضاعفة أكثر كفاءة من الانتخاب بين أنسال النباتات المرباة داخليا أو بين نباتات كل نسل منها برامج التربية الداخلية.
3. قد تكون النباتات الأحادية المتضاعفة ذاتها أصنافا جديدة يمكن إكثارها مباشرة.
4. سهولة الانتخاب للصفات السائدة في النباتات الأحادية حيث لا توجد بها مشكلة التمييز بين الأفراد السائدة الأصلية والسائدة الخليطة.

أما عيوب النباتات الثنائية الأصلية الناتجة من مضاعفة النباتات الأحادية فيمكن تلخيصها فيما يلي:

1. يتطلب تقييم السلالات الثنائية الأصلية وقتا طويلا نسبيا حيث لا توجد أية فرصة لعملية التقييم على أساس الشكل الظاهري خلال مراحل إنتاج النباتات الأصلية المضاعفة.

2. قد يتطلب إنتاج السلالات الأصلية المضاعفة توفر أجهزة معينة وخبرة

خاصة في بعض التقنيات الحديثة.

3. قد يكون من الصعب التنبؤ بمعدل ظهور الأفراد الأحادية في العشيرة.

4. ربما لا تتفوق السلالات الأصلية المنتجة بمضاعفة النباتات الأحادية

على السلالات المرباة تربية داخلية .

طرق تحسين السلالات المرباة داخليا :

يتجه كثير من الباحثين نحو محاولة تحسين السلالات المتوفرة المرباة داخليا التي أثبتت قدرة عالية على التآلف بدلا من محاولة إنتاج سلالات جديدة بسبب ندرة السلالات الممتازة، وصعوبة إنتاج ما هو أفضل منها وتبعاً للباحث T.A.Kiesselbach فإن عدد سلالات الذرة المرباة داخليا التي أنتجت حتى عام 1951 قدر بنحو 100 ألف سلالة ولم يتفوق منها سوى 60 سلالة، وهي التي كان لها دور في إنتاج أصناف الذرة الهجين.

ويحاول المربون تحسين هذه السلالات في الجوانب التالية :

1. زيادة إنتاجية السلالات ذاتها بغرض زيادة كمية البذار الهجين من نفس

التلقيح فتتخفف بذلك تكاليف إنتاجها.

2. تحسين السلالات في صفات خاصة تعوزها مثل مقاومة الأمراض الهامة.

3. تحسين قدرة السلالات على التآلف وهو ما يعني زيادة قوة الهجين في الهجن

التي تدخل فيها.

هذا وتعامل السلالات المرباة تربية داخلية معاملة النباتات الذاتية التلقيح عند تحسينها، ذلك لأنها تكاثر بالتلقيح الذاتي كما أن نباتات كل سلالة تكون متجانسة Homogenous وأصلية وراثيا Homozygous مثلها في ذلك مثل العشائر المحسنة الثابتة وراثيا من المحاصيل الذاتية التلقيح ومن أهم الطرق المستخدمة في تحسين السلالات المرباة داخليا ما يلي :

1. طريقة انتخاب النسب :

تجري التربية بمتبع النسل الناتج من هجين فردي ناجح بين سلالتين مرباتين تربية داخلية وإجراء الانتخاب مع استمرار التربية الداخلية للنباتات المنتخبة جيلا بعد جيل .

2. طريقة التهجين الرجعي :

تعد تلك أنسب طرق التربية عند الرغبة في تحسين السلالات المرباة داخلية في صفات معينة مثل صفة العقم الذكري (لاستعمالها كأمهات في الهجن) والمقاومة للأمراض الهامة .

3. طريقة التحسين التجمعي :

تجرى بتلقيح أحد الهجن الفردية الناجحة رجعيًا إلى كل من أبويه على انفراد فيلقح الهجين أب - مثلاً - رجعيًا مع كل من السلالتين (أ) و (ب) مع الانتخاب للصفات المهمة مثل قوة النمو والمقاومة للأمراض وبذلك تحسن السلالتين.

4. طريقة انتخاب الجاميطات :

وتجري بتلقيح سلالة جيدة بحبوب لقاح أحد الأصناف الناجحة المفتوحة التلقيح وتختلف النباتات التي تنتج من هذا التلقيح عن بعضها البعض - وراثيًا - بدرجة كبيرة يلحق كل نبات منها ذاتيًا كما يلحق أيضًا مع صنف اختباري، ويحتفظ بالبذور الناتجة من التلقيح الذاتي لحين تقييم البذور الناتجة من التلقيح الاختباري. ويعني تفوق نسل أي تلقيح اختباري أن النبات الذي استخدم في هذا التلقيح كان قد تلقى جينات مرغوبة فيها من الصنف المفتوح التلقيح الذي كان قد لقيح مع السلالة المراد تحسينها. وتزرع البذور الناتجة من التلقيح الذاتي لهذه النباتات في الموسم التالي لبدء برنامج جديد من التربية الداخلية عليها وترجع أهمية هذه الطريقة كما بين

Stadler إلى أنه إذا وجدت التراكيب الوراثية المرغوب فيها في الصنف المفتوح التلقيح بنسبة q^2 فإنها توجد في جاميطات هذا الصنف بنسبة q وهي أعلى بكثير.

يعرف الصنف الهجين Hybrid variety بأنه الجيل الأول المستعمل في الإنتاج التجاري، وقد حظيت التربية بطريقة إنتاج الذرة الهجين -أكثر من غيرها- باهتمام المربين في كافة أرجاء العالم لعدة أسباب أهمها:

1. سهولة إجراء التلقيحات وكثرة كمية البذور الناتجة عن كل تلقيح.
 2. ينتج النبات الواحد كمية هائلة من حبوب اللقاح، يمكن استخدامها في إجراء عدة تلقيحات
 3. الزيادة الكبيرة في محصول هذه الأصناف ، والتي قدرت بأكثر من الضعف ترتفع أسعار هجن بعض المحاصيل مقارنة مع سعر الأصناف العادية بمقدار الضعف أو 13، 20، 10 ضعفا وترجع الزيادة في تكاليف إنتاج الأصناف الهجينة إلى الأسباب الآتية:
 1. تكاليف برنامج التربية لإنتاج السلالات المرباة داخليا، واختبار قدرتها على التآلف
 2. تكاليف إكثار سلالات الآباء
 3. تكلفة زراعة نسبة من الحقل الإنتاجي بالسلالة المستخدمة كأب، في حين يحصد البذار الهجين من السلالات الأم فقط.
 4. تكلفة الرعاية الخاصة التي تعطى لحقول البذار الهجين (زراعة، عزل، حصاد)
 5. تكاليف الخصي والتلقيح.
- ومن أهم العوامل التي تخفض تكاليف إنتاج البذار الهجين توفر الظواهر التي تغني عن عملية خصي السلالات المستعملة كأمهات مثل العقم الذكري، وعدم التوافق الذاتي، وانفصال الجنس.

تتوقف قوة الهجين - التي تظهر في الجيل الأول الهجين - على مدى قدرة السلالات المهجنة على التآلف Combining Ability of Inbred Lines، حيث تزداد قوة الهجين كلما كانت السلالات المهجنة أكثر تآلفا أي كلما كانت تراكيبها الوراثية مكملية بعضها بعضا وأكثر تأثيرا في قوة الهجين عند تواجدها معا - في الفرد الهجين، وتوجد ثلاثة أنواع من القدرة على التآلف هي متوسط القدرة على التآلف والقدرة العامة على التآلف والقدرة الخاصة على التآلف.

يعبر عن متوسط القدرة على التآلف Average Combining Ability لأية سلالة بمتوسط محصول الهجن الفردية التي تدخل فيها هذه السلالة.

تقارن القدرة العامة على التآلف General Combining Ability لعدد من السلالات بمقارنة الهجن الفردية الناتجة من تلقيح كل من هذه السلالات مع صنف هجين اختباري Tester Variety ويستعمل أي صنف تجاري ناجح مفتوح التلقيح، أو هجين زوجي، أو صنف تركيبى كصنف اختباري. تنتج الهجن بين السلالات المراباة داخليا والصنف الاختباري بوساطة ما يسمى بالتلقيح القمي Top Cross حيث تزرع 2 - 4 خطوط - بمعدل خط كل سلالة - بالتبادل مع خط الصنف الاختباري وتزال النورات المذكرة من جميع السلالات حتى يكون الصنف الاختباري هو مصدر حبوب اللقاح لجميع الهجن، أما إذا استعمل الصنف الاختباري كأم فإنه يلزم - في هذه الحالة - استعمال عشرة نباتات منه على الأقل في التلقيح مع كل سلالة لتمثيل أكبر قدر من الاختلافات الوراثية التي توجد بين نباتاته.

وترجع أهمية القدرة العامة على التآلف إلى أنها تستخدم في التنبؤ بمتوسط القدرة على التآلف لأن معامل الارتباط بينهما كبير حيث يقدر بنحو 0.53 - 0.90 وهو ما يعني وجود علاقة مؤكدة بين محصول الهجن الناتجة من التلقيح القمي لعدد من السلالات، وبين متوسط محصول الهجن الفردية التي تدخل فيها كل من هذه السلالات عند تهجينها مع بعضها البعض. ويتفق معظم مربي النباتات على أنه يمكن استخدام تقديرات القدرة العامة على التآلف بأمان في استبعاد نصف السلالات المتوفرة التي يراد تقييمها وقصر إنتاج الهجن الفردية وتقييمها على النصف الآخر،

فمثلا لو كان لدي 30 سلالة فإنه يلزم 30 هجينا وتقييمها بالتلقيح القمي، ثم يستفاد من نتيجة التقييم في استبعاد 15 سلالة وهو ما يعني خفض عدد الهجن الفردية التي يلزم إنتاجها وتقييمها من 435 هجينا إلى 105 هجينا فقط.

وأفضل الأصناف الاختبارية للاستعمال هي التي يمكن بواسطتها التنبؤ بمحصول الهجن الفردية للسلالات المتوفرة، ولا يوجد صنف اختباري واحد يصلح لجميع الأغراض فكما سبق الذكر تصلح الهجن الزوجية والأصناف المفتوحة التلقيح الناجحة -خاصة الأصناف التركيبية- لاختبار القدرة العامة على التآلف لأنه يلزم أن يكون الصنف الاختباري ذا قاعدة وراثية عريضة Broad Genetic Base أما عندما يراد البحث عن سلالة تصلح بديلا لسلالة أخرى في هجين زوجي معين فإن أفضل صنف اختباري لهذا الغرض يكون الهجين الفردي الآخر (الذي لا تستعمل هذه السلالة في إنتاجه) في الهجين الزوجي.

سابقا كان يتم اختبار القدرة العامة على التآلف بعد 3 - 5 أجيال من التربية الداخلية، وكان Jenkins عام 1935 هو أول من بين أن الاختبار المبكر للقدرة العامة على التآلف في الذرة يكون فعالا بعد الجيل الثاني للتربية الدخلية . يقصد بالقدرة الخاصة على التآلف Specific Combining Ability قدرة السلالات على التآلف مع السلالات في الهجن الفردية Single Crosses، والهجن الثلاثية Three way Crosses، والهجن الزوجية (الرباعية) Double Crosses ويعبر عن هذه القدرة بقوة الهجين التي تظهر في الهجن.

تقدر القدرة الخاصة على التآلف في الهجن الفردية بإجراء الاختبار القمي أولا لاستبعاد 50% من السلالات وهي التي تكون أقل في القدرة العامة على التآلف ثم تجري كل التلقيحات الممكنة بين السلالات المتبقية لتحديد أفضل الهجن الفردية لكل سلالة.

ويلزم لتقدير القدرة الخاصة على التآلف في الهجن الزوجية أن تهجن كل الهجن الفردية معا بكل الطرق الممكنة فلو فرض وتبقى 15 سلالة بعد الاختبار القمي فإنه

يلزم أولاً إجراء $15 \times 14 / 2 = 105$ هجيناً فردياً، ثم تهجين الهجن الفردية - معا - بكل الطرق الممكنة لإنتاج الهجن الزوجية التي يتحدد عددها بالمعادلة التالية :

عدد الهجن الزوجية الممكنة = $s (s-1) (s-2) (s-3) / 8$
حيث (س) تمثل عدد السلالات المرباة داخلياً ويعني ذلك أن عدد الهجن الزوجية الممكنة يكون $15 \times 14 \times 13 \times 12 / 8 = 4095$ هجيناً زوجياً بخلاف الهجن العكسية.

ونظراً لأن عدد الهجن الزوجية التي يلزم إنتاجها وتقييمها يكون كبيراً، ويزداد - كثيراً - مع أي زيادة في عدد السلالات (فهو يصبح مثلاً 14535 هجيناً زوجياً عند زيادة عدد السلالات إلى 20 سلالة) لذا فقد حاول العلماء التوصل إلى وسائل يمكن بواسطتها التنبؤ بمحصول الهجن الزوجية قبل إجرائها وكانت دراسات Jenkins في عام 1934 من أبرز ما قُدم في هذا المجال حيث درس Jenkins الارتباط بين محصول الهجن الزوجية وبين متوسط محصول كل مما يلي :

1. الهجن الستة الفردية الممكنة بين السلالات الداخلة في إنتاج الهجين الزوجي فمثلاً تكون الهجن الستة الفردية الممكنة في حالة الهجين الزوجي أب × ج د هي : أب , أج , أد , ب ج , ب د , ج د .
2. الهجن الأربعة الفردية الممكنة بين السلالات الداخلة في إنتاج الهجين الزوجي غير الهجينين الفرديين معا لإنتاج الهجين الزوجي، فمثلاً تكون الهجن الأربعة الفردية الممكنة في حالة الهجين الزوجي أب × ج د هي : أج , أد , ب ج , ب د .
3. كل الهجن الفردية الممكنة بين كل من السلالات الأربع الداخلة في إنتاج الهجين الزوجي وبين عشر سلالات أخرى فمثلاً تكون الهجن اللازمة في حالة الهجين الزوجي وبين عشر سلالات أخرى، فمثلاً تكون الهجن اللازمة في حالة الهجين الزوجي أب × ج د هي التي بين كل من

السلالات أ ، ب ، ج ، د وعشر سلالات أخرى، أي يؤخذ متوسط 40 هجيناً فردياً.

4. الهجن الفردية الممكنة بين كل من السلالات الأربع الداخلة في إنتاج الهجين الزوجي وبين صنف اختباري، أي يؤخذ متوسط أربعة هجن فردية.

وقد قدر Jenkins الارتباط بين المحصول الفعلي والمحصول المتوقع لاثنتين وأربعين هجيناً زوجياً باستعمال الطرق الأربع السابقة، ووجد أن معامل الارتباط كان 0.75 و 0.76 و 0.73 و 0.61 للطرق الأربع على التوالي.

وبناء على نتائج هذه الدراسة ودراسات أخرى كثيرة فقد أصبح عادياً أن يتنبأ المربي بمحصول الهجن الزوجية من متوسط محصول الهجن الأربعة الفردية الممكنة بين السلالات الداخلة في إنتاج الهجين الزوجي غير الهجينين الفرديين المهجنين معا لإنتاج الهجين الزوجي، ويكفي في هذه الحالة إنتاج وتقييم كل الهجن الفردية الممكنة بين السلالات المتوفرة للتنبؤ بمحصول أي هجين زوجي بين هذه الهجن الفردية، ولكن ينبغي أن تقيم الهجن الفردية في عدة مواقع، وعلى مدى عدة سنوات ليتمكن التوصل إلى نتائج يمكن الاعتماد عليها.

أنواع الهجن :

توجد ثلاثة أنواع رئيسية من الهجن هي الهجن الفردية، والهجن الثلاثية والهجن المزدوجة أو الرباعية.

1-الهجن الفردية :

كان Shull عام 1909 أول من اقترح إنتاج الهجن الفردية Single Crosses في الذرة وذلك بتهجين سلالتين معا على أن يكونا على درجة عالية من القدرة الخاصة على التألف، وتنتج الهجن الفردية بزراعة خطين من السلالة المستعملة كأم بالتبادل مع خط من السلالة المستعملة كأب مع إزالة النورات من نباتات السلالة المستعملة كأم، وهي التي تكون أعلاهما محصولاً.

تتميز الهجن الفردية بما يلي :

1. تظهر بها قوة الهجين بدرجة عالية.
2. تكون على درجة عالية من التجانس، لأن السلالات المستخدمة في إنتاجها تكون أصيلة وراثيا، ولا تحدث بها أية انعزالات وراثية عند إنتاج الجاميطات.

ومن أهم عيوب الهجن الفردية ما يلي :

تكون أسعار بذارها مرتفعة ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية :

1. ضعف محصول السلالات المرباة داخليا فتقل بذلك كمية البذرة الهجين التي يمكن إنتاجها من وحدة المساحة.
2. يفقد ثلث الحقل الإنتاجي في زراعة السلالة المستخدمة كأب، ويعد ذلك أمرا ضروريا نظرا لضعف قدرة السلالات المرباة داخليا على إنتاج حبوب اللقاح بما لا يسمح بنقص نسبتها عن الثلث في حقل إنتاج البذور.

2-الهجن الثلاثية :

ينتج الهجين الثلاثي بتلقيح هجين فردي بحبوب لقاح من سلالة مرباة داخليا، ويزرع من أجل ذلك خطان من الهجين الفردي - الذي تزال نورات المذكرة- بالتبادل مع خط من السلالة المستعملة كأب. وتتميز الهجن الثلاثية بالانخفاض النسبي لأسعار تقاويها لأنها تنتج على هجن فردية قوية النمو، كما تتميز بذورها بأنها كبيرة الحجم ومنتظمة الشكل لنفس السبب السابق، وهي بذلك تصلح للزراعة الآلية. ويعاب على الهجن الثلاثية أن ثلث الحقل الإنتاجي يفقد في زراعة السلالة المستخدمة كأب وهو أمر ضروري لضعف قدرتها على إنتاج حبوب اللقاح بما لايسمح بنقص نسبتها عن الثلث في حقل إنتاج البذار. هذا وقد أنتجت الهجن الثلاثية في الذرة إلا أن استعمالها كان و لا يزال محدودا.

3-الهجن الزوجية (الرباعية):

اقترح Jones عام 1918 إنتاج الهجن الزوجية في الذرة بتلقيح هجينين فردين معا واستعمال البذور الناتجة كصنف تجاري، ويلزم لإنتاج الهجن الزوجية زراعة أربعة خطوط من الهجين الفردي المستعمل كأمر بالتبادل مع خط من الهجين الفردي المستعمل كأب مع إزالة النورات المذكرة من خطوط الأمهات. تتميز الهجن الزوجية بانخفاض أسعارها للأسباب التالية :

1. ينتج بذارها على هجن فردية قوية النمو وعالية المحصول.

2. يستغل 80 % من الحقل في إنتاج البذور، لأن الهجين الفردي المستعمل يكون قوي النمو وينتج حبوب لقاح بوفرة تسمح بقصر زراعته في خمس الحقل الإنتاجي فقط.

ومن أهم عيوب الهجن الزوجية ما يلي :

1. تقل درجة التجانس بين نباتات الهجن الزوجي لكثرة ما به من انعزالات وراثية نظرا لأنه ينشأ بتهجين هجينين فرديين، ويمكن الحد من حالة عدم التجانس هذه بالاختيار الدقيق للسلاسل الأربع التي تستخدم في إنتاج الهجين بما لا يسمح بحدوث انعزالات في الصفات الاقتصادية والمورفولوجية الهامة.

2. يقل محصول الهجن الزوجية عن الهجن الثلاثية أو الفردية، وساهم استبدال الهجن الزوجية بالأصناف مفتوحة التلقيح في USA بزيادة سريعة في الإنتاج، ويمكن الارتفاع بمحصول الهجن الزوجية إلى مستوى يقارب الهجن الفردية بالاختيار الدقيق للسلاسل الداخلة في إنتاجها، فقد أوضحت الدراسات التي أجريت في هذا الشأن أن محصول الهجين الزوجي يزداد بازدياد التباعد الوراثي بين السلاسل الداخلة في إنتاجه ويحسن في حالة اشتراك بعض السلاسل في أصل واحد - أن تستعمل السلاسل القريبة من بعضها البعض وراثيا في إنتاج الهجن الفردية بحيث تكون الهجن الفردية

المستعملة في إنتاج الهجين الزوجي بعيدة وراثيا عن بعضها البعض، فمثلا لو أن السلالات الداخلة في إنتاج الهجين الزوجي هي أ، ب، ج، د، وكانت أ، ب تربطهما صلة قرابة وكذلك ج، د فإن الهجين الزوجي يجب أن ينتج بتهجين الهجين الفردي أب مع الهجين مع الهجين الفردي ج د.

ينتشر استعمال الهجن الزوجية في الذرة الصفراء على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، وتستهلك على نطاق ضيق في الذرة السكرية.

4-الهجن الصنفية:

تزرع أصناف الأب وأصناف الأم في خطوط متبادلة، وقبل الإزهار تزال النورات المذكورة من خطوط الأمهات، فتلقح من حبوب لقاح الأب وتعطي البذار الهجين الصنفي.

لم تلق الهجن الصنفية انتشارا واسعا في الذرة الصفراء للأسباب الآتية:

1. النباتات الناتجة عن الهجن الصنفية غير متجانسة إلى حد ما.
2. الزيادة محدودة في الإنتاج.
3. نفقات إنتاج الهجن الصنفية عالية.

5-الهجن المركبة:

تنتج الهجن المركبة من تصالب أكثر من أربع سلالات نقية، أي بتهجين هجين ثنائي مع هجين فردي، أو مع ثنائي آخر، ويشترط في هذه السلالات أن تكون على درجة عالية من التوافق، وتعد الهجن المركبة نواة للهجن التركيبية.

6-الأصناف التركيبية:

بهدف خفض تكاليف إنتاج البذار الهجين يجب الاحتفاظ بقوة الهجين في الأجيال التالية ما أمكن، ويكون ذلك بانتقاء التراكيب الوراثية من سلالات أو هجن أو أصناف تسمح عند الزراعة المتكررة للخليط الوراثي المعقد بالحفاظ على المستوى

العالي للإنتاجية خلال عدة سنوات بسبب ظهور قوة الهجين بإعادة تركيب المورثات الخاصة وتوليدها في النسل الانعزالي للأجيال اللاحقة للجيل الأول. تتميز الأصناف التركيبية بتحملها للتقلبات الجوية بدرجة أكبر من تحمل الهجن الزوجية، إضافة لانخفاض تكاليف إنتاجها قياسا للهجن الزوجية. خطوات إنتاج الصنف التركيبي:

1. اختيار الآباء: تكون غالبا سلالات مرباة داخليا على درجة عالية من التآلف وهي مكونات الصنف التركيبي ويطلق عليها Syn-o، ويتراوح عددها من 4-10 سلالات.
 2. إنتاج الهجن الفردية: تنتج الهجن الفردية الممكنة بين السلالات المختارتم تخطط كميات متساوية من بذور كل هجين معا، ويطلق على هذا الجيل اسم الجيل التركيبي الأول Syn-1.
 3. تزرع بذور الجيل التركيبي الأول Syn-1 للتقييم، وتترك للتلقيح الخلطي العشوائي لإنتاج الجيل التركيبي الثاني Syn-2.
 4. تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني Syn-2 للتقييم، وتترك للتلقيح الخلطي العشوائي لإنتاج الجيل التركيبي الثالث Syn-3 تستعمل بذور الجيل التركيبي الثالث Syn-3، وبذور الجيل التركيبي الرابع Syn-4 في الإنتاج التجاري.
- العوامل المؤثرة في محصول الصنف التركيبي:

1. عدد سلالات الآباء:

كلما زاد عدد السلالات قل المقدار المفقود من قوة الهجين في الجيل التركيبي الثاني حسب المعادلة الآتية:

$$F2 = F1 - (F1 - P) / N$$

حيث :

F2 المحصول المتوقع في الجيل التركيبي الثاني Syn-2

F1 متوسط محصول الهجن الفردية التي تشكل معا الجيل التركيبي الأول-Syn-1
P متوسط محصول سلالات الآباء التي تشكل مكونات الأساس للصنف Syn-o
N عدد سلالات الأب.

2. متوسط محصول الهجن الفردية:

كلما زاد محصول الهجن الفردية قل المقدار المفقود من قوة الهجين في الجيل التركيبي الثاني، ويتوقف محصول الهجن الفردية على درجة التآلف بين جميع السلالات، لذلك لا بد من انتقاء سلالات متوافقة فيما بينها.

3. متوسط محصول سلالات الآباء :

نادرا ما يستعمل الصنف التركيبي بعد التركيبي الرابع Syn-4 بسبب احتمال تغير الهيكل الوراثي للصنف نتيجة تعرضه للانتخاب الطبيعي، مما يستدعي ضرورة إكثار السلالات التي تدخل في تكوين الصنف من جديد.

الظواهر التي يستفاد بها في إنتاج الأصناف الهجين :

يستفيد المربي ببعض الظواهر النباتية مثل العقم الذكري وعدم التوافق وانفصال الجنس في إنتاج الهجن وندناول في الشرح كيفية الاستفادة من هذه الظواهر في عملية إنتاج البذار الهجين.

العقم الذكري الوراثي :

يستفاد من ظاهرة العقم الذكري الوراثي في إنتاج الهجن باستعمال سلالات أمهات تكون أصيلة في صفة العقم الذكري ms ms، بينما تكون سلالات الآباء خصبة أصيلة Ms Ms، ويحصد البذار الهجين سلالات الأمهات خليطة وخصبة Msms تنتج هذه الهجن دونما حاجة إلى خصي الأزهار المذكرة أو إزالة النورات المذكرة من نباتات الأمهات.

العقم الذكري السيتوبلازمي :

استخدم العقم الذكري السيتوبلازمي على نطاق واسع في إنتاج الهجن الزوجية من الذرة قبل اكتشاف ظاهرة العقم الذكري الوراثة السيتوبلازمي، وكان ذلك يجري بإدخال صفة العقم الذكري السيتوبلازمي إلى إحدى السلالات الأربع التي تدخل في تكوين الهجين الزوجي، فلو فرض أن الهجين الزوجي المراد إنتاجه هو أب $\times$ ج د وأدخلت صفة العقم الذكري السيتوبلازمي إلى السلالة أ، فإن هذه السلالة تستعمل كأب في إنتاج الهجين الفردي أب الذي يكون عقيم الذكر لأنه يتلقى عامل العقم S من سيتوبلازم الأم، أما الهجين الفردي ج د فإنه ينتج بطريقة التلقيح اليدوي ويكون خصب الذكر، يستعمل الهجين الفردي العقيم أب كأب في إنتاج الهجين الزوجي أ ب $\times$ ج د الذي يكون عقيم الذكر لأنه يتلقى عامل العقم S من الأم العقيمة التي هي الهجين الفردي أ ب، وبخلط بذار الهجين الزوجي أ ب $\times$ ج د المنتجة بهذه الطريقة وهي التي تحمل العامل S مع بذور أخرى من الهجين نفسه يكون قد استعمل التلقيح اليدوي في إنتاجها فإن الخليط الناتج يمكن زراعته كصنف هجين حيث تشكل البذور الناتجة من التلقيح اليدوي مصدرا لحبوب اللقاح لأنها تكون خصبة الذكر.

العقم الذكري الوراثة - السيتوبلازمي :

يستفاد من ظاهرة العقم الذكري الوراثة - السيتوبلازمي في إنتاج هجن المحاصيل التي تزرع لأجل بذورها أو ثمارها مثل الذرة وذرّة المكناس، ويكون التركيب الوراثة للسلالة العقيمة الذكر المستعملة كأب هو Srr بينما يكون التركيب الوراثة للسلالة الخصبة الذكر المستعملة كأب إما SRR or FRR ويكون الهجين الناتج في أي من الحالتين خصب الذكر وذا تركيب وراثي SRR

كما يستفاد من هذه الظاهرة في إنتاج الهجن الزوجية أيضا، فلو كان الهجين الزوجي المطلوب هو أب $\times$ ج د فإن الأمر يتطلب -أولا- إدخال صفة العقم الذكري الوراثة السيتوبلازمي إلى إحدى سلالتي كل هجين فردي ليصبح تركيبهما الوراثة Srr أما التركيب الوراثة للسلالة الأخرى لكل هجين فردي فيكون FRR في أحد

الهجينين الفرديين و Frr في الهجين الآخر وتكون التراكيب الوراثية للسلاسل والهجن الفردية كما هو موضح في الجدول (13) :

جدول (13) التراكيب الوراثية للسلاسل والهجن الفردية عند استخام العقم الذكري الوراثي - السيتوبلازمي في إنتاج الهجن

السلالة	التركيب الوراثي	الشكل الظاهري	استعمالها
أ	Srr	عقيمة الذكر	أم في الهجين الفردي أب
ب	FRR	خصبة الذكر	أب في الهجين الفردي أب
ج	Srr	عقيمة الذكر	أم في الهجين الفردي ج د
د	Frr	خصبة الذكر	أب في الهجين الفردي ج د

وبذلك فإن الهجين الفردي أب يكون خصب الذكر وذا تركيب وراثي SRr، أما الهجين الفردي ج د فإنه يكون عقيم الذكر وذا تركيب وراثي Srr، وباستعمال الهجين الفردي ج د كأم مع الهجين الفردي أب الذي يستعمل كأب فإن نصف نباتات الهجين الزوجي أب × ج د تكون خصبة الذكر وذات تركيب وراثي SRr، بينما تكون نباتات نصفه الآخر عقيمة الذكر وذات تركيب وراثي Srr ويقوم النصف الخصب بإمداد جميع النباتات في الحقل بحبوب اللقاح اللازمة.

وتتميز هذه الطريقة بعدم الحاجة إلى إزالة النورات المذكرة من السلالات أو الهجن الفردية المستعملة كأمهات في جميع مراحل إنتاج الهجين الزوجي ولكن يعاب عليها صعوبة إدخال الجين R إلى السلالات المستعملة كأباء لأن الجين لا يمكن تتبعه إلا باختبار النسل.

انفصال الجنس:

يستفاد من حالات انفصال الجنس في إنتاج الهجن على النحو الآتي:

1. حالات النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن Monoecious: وتعد

عملية توفير العزل الجيد لحقل إنتاج البذار من أهم المتطلبات حتى لا تصله حبوب لقاح من مصادر أخرى خارج الحقل، ويتم العزل إما بتوفير

مسافة كبيرة خالية من نباتات الذرة حول حقل إنتاج البذار أو بزرعة المنطقة المحيطة بالحقل بالسلالة المستخدمة كأب، وذلك لضمان وجود كثافة عالية من حبوب لقاح الأب المرغوب فيه، وتتم عملية إزالة النورات المذكورة من خطوط الأمهات بعناية وعلى مراحل لأن النباتات لا تزهر جميعها بوقت واحد.

2. حالات النباتات الوحيدة الجنس الثنائية المسكن

3. حالات النباتات المؤنثة.

ثانيا-الانتخاب الإجمالي:

اتبعت طريقة الانتخاب الإجمالي في تحسين كثير من المحاصيل الخلطية التلقيح خلال النصف الأول من هذا القرن. وما زالت مستعملة في بعض المحاصيل. ورغم اختلاف تفاصيل هذه الطريقة في النباتات الخلطية التلقيح عما هو عليه بالنسبة للنباتات الذاتية التلقيح، إلا أن مضمونها واحد في كل منهما إذ يكون الهدف هو تحديد التراكيب الوراثية المرغوبة، وخلطها معا لتكون أساسا للصنف الجديد.

يبدأ برنامج التربية بانتخاب عدد كبير من النباتات التي تبدو صفاتها جيدة من عشيرة تكثر فيها الاختلافات الوراثية، ويكون الانتخاب على أساس الشكل الظاهري يتبع ذلك، خلط البذور الناتجة من النباتات المنتخبة معا ثم زراعتها في الموسم التالي لإجراء دورة أخرى من الانتخاب وهكذا تستمر دورات أخرى من الانتخاب، إلى أن يتحقق التحسن المطلوب أو أن يصبح الانتخاب غير مجد ويستغرق إنتاج الصنف الجديد بهذه الطريقة نحو ثماني سنوات.

وتكون هذه الطريقة أكثر فاعلية ويكون الانتخاب أكثر جدوى لو أمكن الانتخاب للصفات المرغوبة قبل الإزهار حيث يمكن -حينئذ- إزالة النباتات غير المرغوبة من العشيرة و ترك النباتات المرغوبة فقط ليحدث التلقيح فيما بينها، وفي حال عدم التمكن من الانتخاب للصفات المرغوبة إلا بعد حدوث تلقيح كما في معظم الصفات

الاقتصادية كصفة الغلة ومكوناتها فإن النباتات التي تنتخب تكون قد لقحت بنباتات أخرى قد تكون ذات صفات مرغوبة أو غير مرغوبة أي أن نصف الجينات التي توجد في النباتات المنتخبة تكون قد حصلت عليها من آباء غير معلومة وهو ما يؤدي الى بطء التحسن الوراثي.

تتميز التربية بالانتخاب الإجمالي بالآتي:

1- تقيد طريقة الانتخاب الإجمالي في النباتات الخلطية التلقيح من

إنتاج أصناف جديدة من السلالات البرية وفي تحسين الأصناف البلدية ومخاليط الأصناف ، والأصناف المستوردة التي توجد بها عيوب ظاهرة وفي المحافظة على نقاوة الأصناف التي لا تلقى عناية خاصة عند إنتاج بذورها.

2- تعد أسهل طرق التربية و أسرعها، لأنها لا تحتاج إلى تلقيحات متحكم فيها لإنتاج الصنف، و لعدم الحاجة الى إجراء اختبارات خاصة للصنف المنتج.

3- تعد الطريقة الوحيدة الممكنة لتحسين الأصناف البلدية والسلالات البرية من المحاصيل الخلطية التلقيح.

4- أعطت هذه الطريقة نتائج جيدة بالنسبة للصفات ذات درجات التوريث المرتفعة، والصفات التي يمكن التعرف عليها بسهولة، فقد اتبعت بنجاح في إنتاج أصناف جديدة من الذرة، تختلف في لون الحبوب، وحجم العرنوس، وموقعه على الساق، و موعد النضج، و نسبة الزيت و البروتين في الحبوب.

ويعاب على التربية بالانتخاب الإجمالي:

تعد طريقة الانتخاب الإجمالي بطيئة، عندما يرغب في تحسين المحصول، و الصفات الكمية في النباتات الخلطية التلقيح، و يرجع ذلك إلى الأسباب التالية:

1. عدم القدرة على تمييز التراكيب الوراثية الجديدة على أساس الشكل المظهري فقط، نظرا لتأثر الصفات الكمية بشدة بالعوامل البيئية.

2. حصول النباتات المنتخبة على حبوب لقاح من نباتات غير منتخبة بسبب التلقيح الخلطي المفتوح.

3. يؤدي الانتخاب الشديد إلى صغر حجم العشيرة مما يحدث نوعا من التربية الداخلية، و يتسبب - بالتالي - في ضعف قوة نمو النباتات.

4. تبقى - دائما - نسبة من الجينات المنتخبة غير المرغوبة في العشيرة مستترة في التراكيب الوراثية الخليطية.

وتتأثر درجة الاستجابة للانتخاب بالعوامل التالية:

1- مدى توفر الاختلافات الوراثية في العشيرة الأصلية:

يكون أثر الانتخاب واضحا من السلالات البرية والأصناف البلدية التي تكثر فيها الاختلافات الوراثية، ولكن يقل التحسن الوراثي بعد بعض دورات انتخابية نتيجة لثبات الصفات ويعمل الانتخاب في هذه الحالة على الاختلافات الوراثية الحرة Free variability التي تتوفر في العشيرة.

2- مدى توفر الاختلافات الوراثية الكامنة:

يعنى بالاختلافات الكامنة Potential variability تلك التي يمكن أن تظهر في أي وقت، بعد حدوث عبور في مناطق معينة من الصبغيات، يؤدي إلى ظهور انعزالات وراثية جديدة هي التراكيب العبورية، ولذلك أهمية كبيرة في تحسين الصفات الكمية، التي يتحكم في وراثتها عدد كبير من العوامل الوراثية حيث يحدث عادة تقدم سريع في الانتخابات بعد كل حالة عبور.

3- درجة توريث الصفات:

تزداد سرعة الاستجابة للانتخاب بزيادة درجة توريث الصفات المنتخبة.

4- درجة التربية الداخلية:

يؤدي الانتخاب الشديد للصفات إلى اختيار عدد قليل من النباتات التي تتوفر فيها الصفات المرغوبة لتكوين الجيل التالي، و هو ما يؤدي إلى حدوث نوع من التربية الداخلية، التي يكون لها أثر سيء على قوة النمو. وكذلك يحدث الانتخاب الشديد تغيراً في الهيكل الوراثي للعشيرة Genetic drift ، ويكون مصاحباً بتغير في نسب الأليلات المختلفة بها مما يؤثر على صفاتها العامة المميزة، ويكون لذلك كله انعكاساته السلبية على درجة الاستجابة للانتخاب.

تجري بعض التعديلات على طريقة الانتخاب الإجمالي، بغرض زيادة كفاءتها في تحسين النباتات الخلطية التلقيح، ومن هذه التعديلات:

1- اختبار النسل Progeny testing بتقييم 10-15 نباتاً من نسل كل نبات منتخب.

و يفيد اختبار النسل في التأكد من أن النباتات المتميزة المنتخبة تورث صفاتها المرغوبة إلى النسل. ولهذا الاختبار أهمية خاصة بالنسبة للصفات الكمية ذات درجات التوريث المنخفضة. كما يفيد في التأكد من جودة نسل النباتات التي انتخبت بعد الإزهار. و لقحت بنباتات غير منتخبة. ويفضل دائماً إجراء اختبار النسل في مكررات وتنتج الأنسال لاختبارها بإحدى الطرق التالية:

- بحصاد بذور النباتات المنتخبة التي تركت للتلقيح الخلطي المفتوح.
 - حصاد بذور النباتات المنتخبة بعد تلقيحها ذاتياً .
 - بحصاد بذور التلقيح القمي Top cross بين كل من النباتات المنتخبة -التي تستعمل كأب- وصنف تجاري ناجح يستعمل كأم ويعرف باسم الصنف الاختباري Tester variety كما يلحق أيضاً كل نبات منتخب ذاتياً. وتحصد هذه البذور كذلك وبناء على نتيجة تقييم التلقيح الذاتي معاً لبدء دورة جديدة من الانتخاب.
- 2_ خلط السلالات المرباة داخلياً:

تربى بعض السلالات بالتلقيح الذاتي لعدة أجيال، ثم تخطط بذور السلالات المنتخبة معاً لتكون أساساً للصنف الجديد. وتعرف هذه الطريقة باسم Line breeding وهي تفيد في التخلص من بعض الأليلات المتنحية غير المرغوبة،

ولكنها نادرا ماتتبع في تحسين النباتات الخلطية التلقيح لما يصاحبها من نقص في قوة النمو بسبب التربية الداخلية الأمر الذي يجعل من الصعب تقييم السلالات التي يراد إدخالها في الصنف الجديد، هذا فضلا عن أن هذه الطريقة تشجع على ظهور سلالات تزداد فيها نسبة التلقيح الذاتي. بينما يكون من المرغوب زيادة نسبة التلقيح الخلطي بين السلالات التي تشكل الصنف الجديد للحصول على أكبر قدر من قوة الهجين ويفضل عند اتباع هذه الطريقة أن يكون عدد السلالات التي تدخل في تكوين الصنف الجديد كبيرا حتى لا تكون قريبة من بعضها البعض ولزيادة فرصة ظهور قوة الهجين في الصنف الجديد.

3- الانتخاب الإجمالي المبني على تمثيل كافة الظروف البيئية:

يعرف الانتخاب الإجمالي المبني على تمثيل كافة الظروف البيئية في الحقل باسم Stratified mass selection ويجرى بتقسيم الحقل الذي تجرى فيه عملية الانتخاب إلى عدة أقسام متساوية. ثم ينتخب من كل منها عدد متساو من النباتات وهي التي تحصد بذورها وتخلط معا لبدء دورة جديدة من الانتخاب. وتفيد هذه الطريقة في تقليل تأثير البيئة إلى أدنى مستوى ممكن نظرا لأنها تضمن تمثيل كل الظروف البيئية في منطقة الدراسة.

4_طريقة العرنوس خط: Ear- to- row method :

تعرف طريقة تقييم نسل النباتات المنتجة التي تركت للتلقيح الخلطي الطبيعي عند تطبيقها على الذرة باسم طريقة العرنوس للخط. وقد أدخلت هذه الطريقة بواسطة G.G.Hopkns في عام 1897. وفيها تحصد العرائس الممتازة من النباتات التي تعرضت للتلقيح الخلطي العشوائي، ويزرع في العام التالي جزءا من بذور كل عرنوس في خط مستقل، بينما يحتفظ ببقية البذور، وبعد أن ينتهي التقييم تخلط البذور المتبقية من العرائس التي ظهر تفوقها معا لبدء دورة جديدة من الانتخاب في الموسم التالي. تستمر كل دورة انتخاب لمدة موسمين زراعيين.

أفادت هذه الطريقة في تحسين محتوى محصول الذرة من الدهون والبروتين في سنوات قليلة. واستمر التحسين مع استمرار الانتخاب. ولكن النتائج كانت مخيبة للآمال بالنسبة للمحصول، ويرجع السبب في ذلك إلى أنها لا تقيد في تقييم التركيب الوراثي للنباتات المنتخبة بصورة جيدة (حيث لا يقيم كل نسل في خط واحد في منطقة واحدة) فضلاً على أن النباتات المنتخبة (التي تقيم أنسالها) تتلقى دائماً حبوب لقاح من نباتات غير منتخبة.

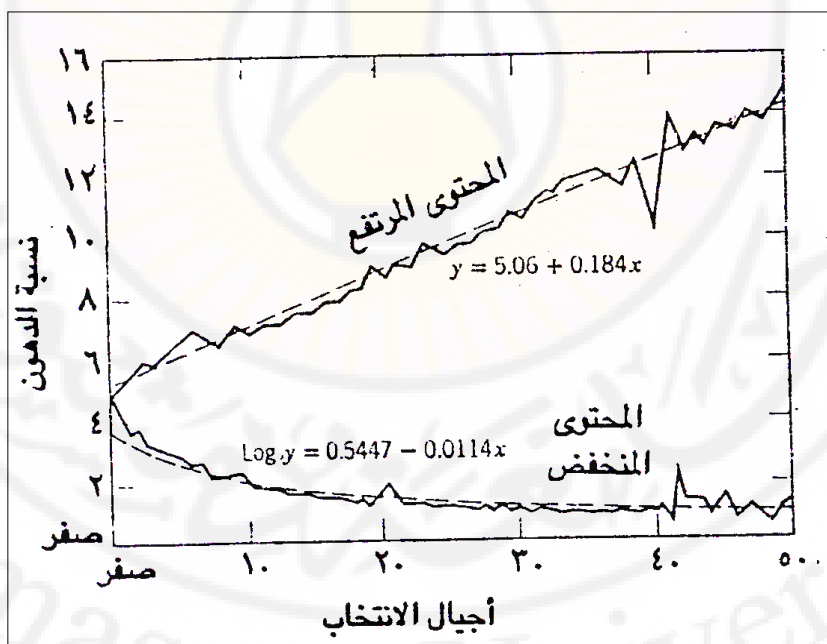
تحسين نسبتي الدهون والبروتين في الذرة بطريقة الانتخاب الإجمالي

يعد برنامج تحسين نسبة الدهون والبروتين في حبوب الذرة باستخدام الانتخاب الإجمالي من الدراسات الكلاسيكية في تربية النبات. وقد بدأ الانتخاب في الصنف المفتوح التلقيح برزهوايت burrs while, في جامعة إلينوى بالولايات المتحدة الأمريكية في عام 1896 واستمر طويلاً باستثناء الفترة من 1942 إلى 1944، وكان الهدف هو إنتاج أربع سلالات من الذرة المرتفعة - أو منخفضة - في نسبة كل من الدهون والبروتين في الحبوب واتبعت طريقة العرنوس للخط خلال الأجيال الثمانية والعشرين الأولى منها. أما بعد ذلك فكان يؤخذ 60 عرنوساً من كل من السلالات الأربع للتقييم، ثم تخطط معاً حبوب أكثر 12 عرنوساً من كل سلالة إظهاراً للصفة المنتخبة .

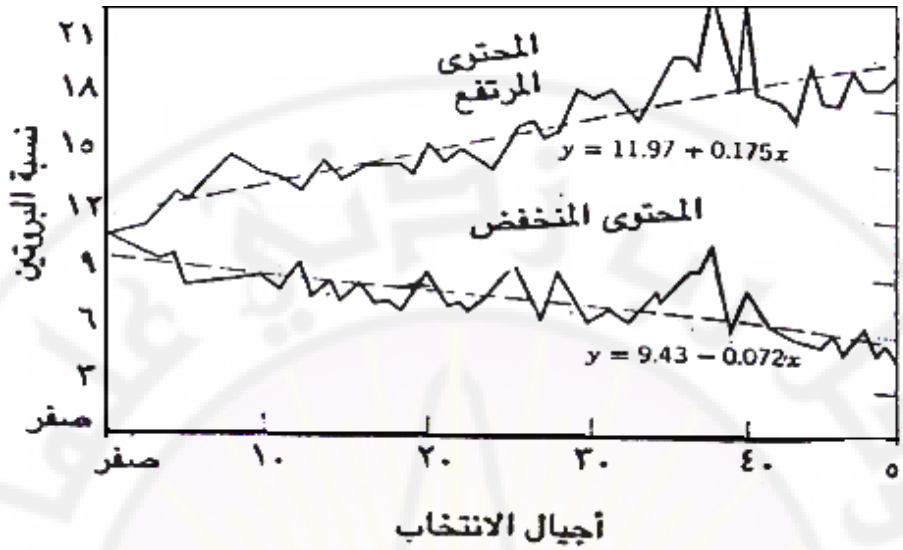
وقد أعطى الانتخاب لنسبة البروتين المرتفعة تحسناً مستمراً حيث ارتفعت النسبة من 10.9% في عشيرة الأساس إلى 13.7% و 16.1% و 19.3% و 26.6% في الجيل الخامس ، والعشرين ، والسبعين، على التوالي وبالمقارنة فقد استمرت الاستجابة كذلك للانتخاب لنسبة البروتين المنخفضة حيث انخفضت النسبة إلى 9.6% و 7.3% و 4.9% و 4.4% في نفس الأجيال السابقة الذكر على التوالي، كذلك ارتفعت نسبة الدهون بانتظام من 4.7% إلى أن وصلت إلى أكثر من 15%، بينما توقفت الاستجابة للانتخاب للمستوى المنخفض من الدهون عند حوالي 1% بعد ثلاثين عاماً من الانتخاب (الأشكال، 15-16) فضلاً على ذلك فإن الانتخاب

في الاتجاه العكسي - لصفة نسبة البروتين أو الدهون بعد 50 جيلاً من الانتخاب في اتجاه ما - احدث تغيراً كبيراً وسريعاً في الصفة . حدث ذلك في السلالات الأربع (العالية و المنخفضة من حيث نسبة البروتين أو الدهون) مما يدل على أن العشيرة الأصلية كانت تحتوي على اختلافات وراثية أكثر مما كان متوقعاً (1981welsh) .

ولسوء الحظ فإن سلالة الذرة المرتفعة في نسبة البروتين كان غناها مرده إلى ارتفاع محتواها من البرولامينات Prolamines (أو الزين zein) . وهي بروتينات فقيرة بالحمضين الأميين الضروريين ليسين L ysine وتريترفان Tryptophan لذا فإن هذه سلالة لم تستعمل في أي برنامج للتربية لتحسين نسبة البروتين في الذرة، وقد كان محصول هذه السلالة منخفضاً ، ويبدو أن ذلك مرده إلى وجود علاقة ارتباط سلبية بين الإنتاج ونسبة البروتين.



الشكل (15) فعالية الانتخاب في تحسين نسبة الزيت في حبوب الذرة الصفراء

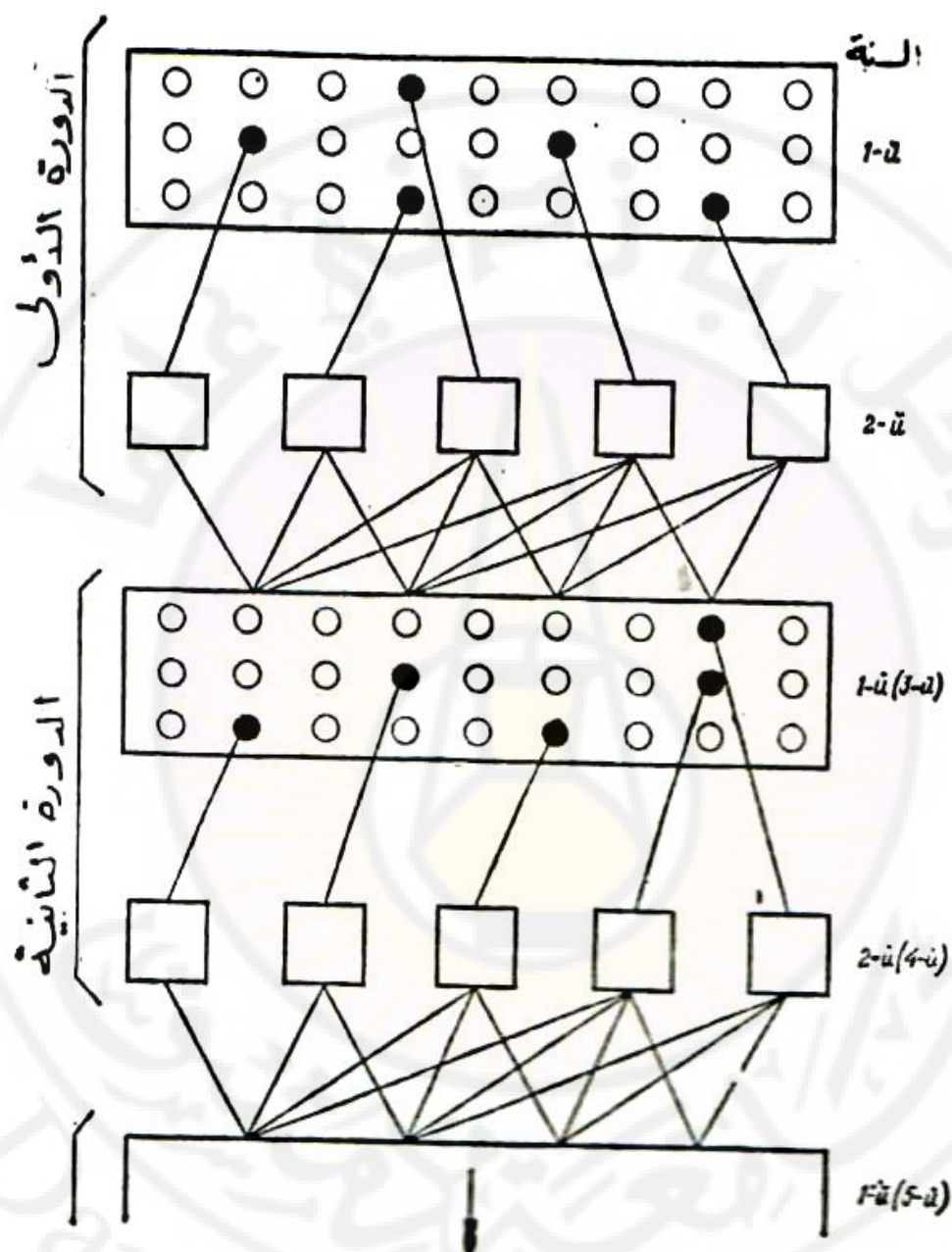


ثالثاً- الانتخاب المتكرر:

تتبع التربية بطريقة الانتخاب المتكرر في تحسين المحاصيل خلطية التلقيح لأن إكثار الصنف الناتج يعتمد على التلقيح الخلطي، ويتم الانتخاب المتكرر باستخدام العديد من الأساليب نذكر منها:

1- الانتخاب المتكرر للشكل الظاهري:

يطلق على هذه الطريقة اسم Recurrent selction by morpholgical characters أو الانتخاب المتكرر البسيط recurrent selction Simple ويتم ذلك بانتخاب النباتات في السنة الأولى من المادة الأولية وإخضاعها للتلقيح الذاتي، وفي السنة الثانية يتم التهجين بين أفراد التلقيحات الذاتية المنتخبة حسب الشكل المظهري المرغوب، وفي السنة الثالثة تزرع المجموعة الثنائية الناتجة من خلط بذور السلالات المتصالبة فيما بينها لتبدأ دورة ثانية يكرر فيها نفس العمل المذكور (الشكل، 17)، لقد أثبتت هذه الطريقة فعالية في إنتاج السلالات ذات المحتوى العالي من الزيت واللايسين والتريبتوفان والمقاومة للأمراض.



الشكل (17) مخطط العمل بطريقة الانتخاب المتكرر الظاهري

2- الانتخاب المتكرر للقدرة العامة والخاصة على التوافق

Recurrent Slection General and Specific Combining Abillty

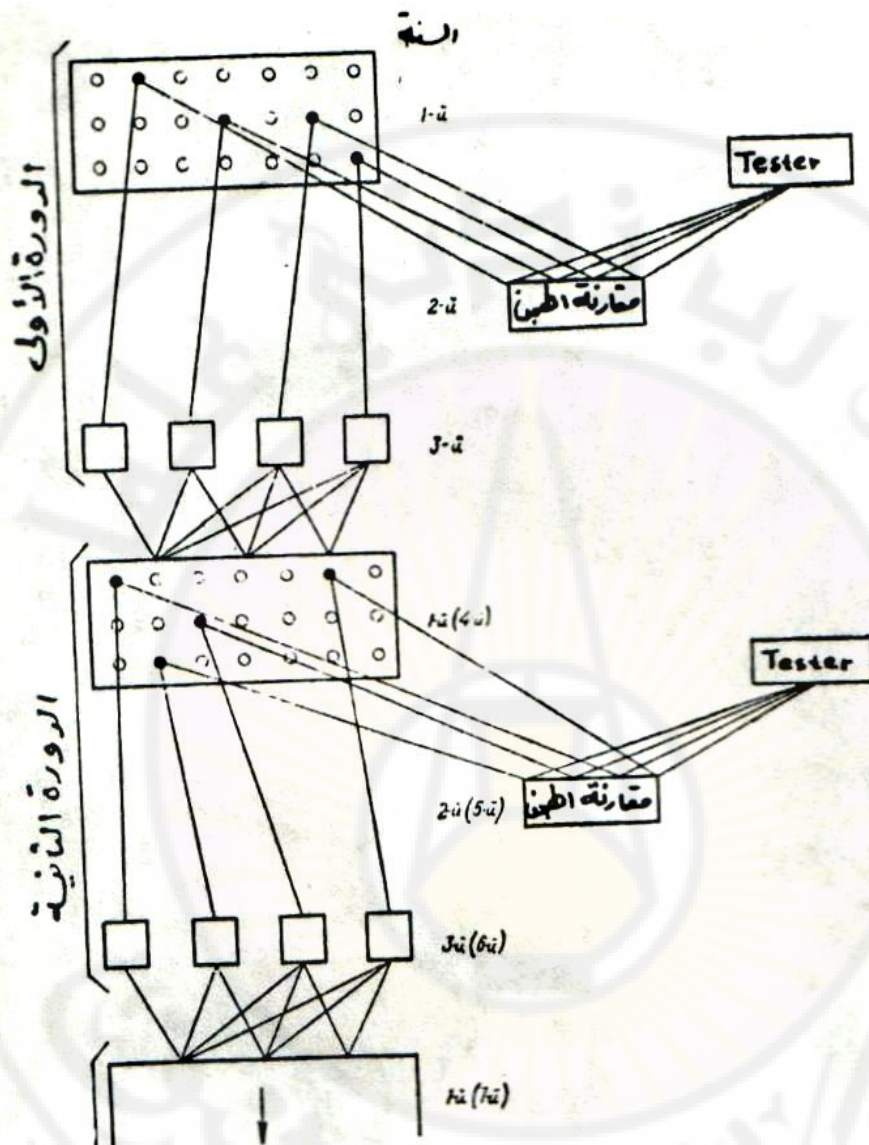
تختلف هذه الطريقة عن الطريقة السابقة في أن الانتخاب يجري في كل دورة على أساس قدرة النباتات المنتخبة على التآلف مع أحد الأصناف الإختبارية في تلقيح قمي يتكون مخطط العمل وفق هذه الطريقة من عدة دورات تستمر كل واحدة منها ثلاث سنوات.

1. في السنة الأولى يتم انتخاب النباتات الجيدة وتخضع للتلقيح الذاتي والتصالب مع الصنف الإختباري Tester .

2. في السنة الثانية تقارن الهجن

3. في السنة الثالثة تزرع أنسال الأفراد التي تعطي أفضل النتائج من تصالبها مع الصنف الإختباري وتتم أيضاً التهجينات بين تلك الأفراد، و تخلط والحبوب الناتجة عن ذلك مع بعضها.

4. في السنة الرابعة تزرع المجموعات النباتية الجديدة لتبدأ المرحلة الثانية من العمل وهكذا (الشكل، 18)



الشكل (18) مخطط العمل بطريقة الانتخاب المتكرر للقدرة العامة والخاصة على التوافق

3- الانتخاب المتكرر المتبادل:

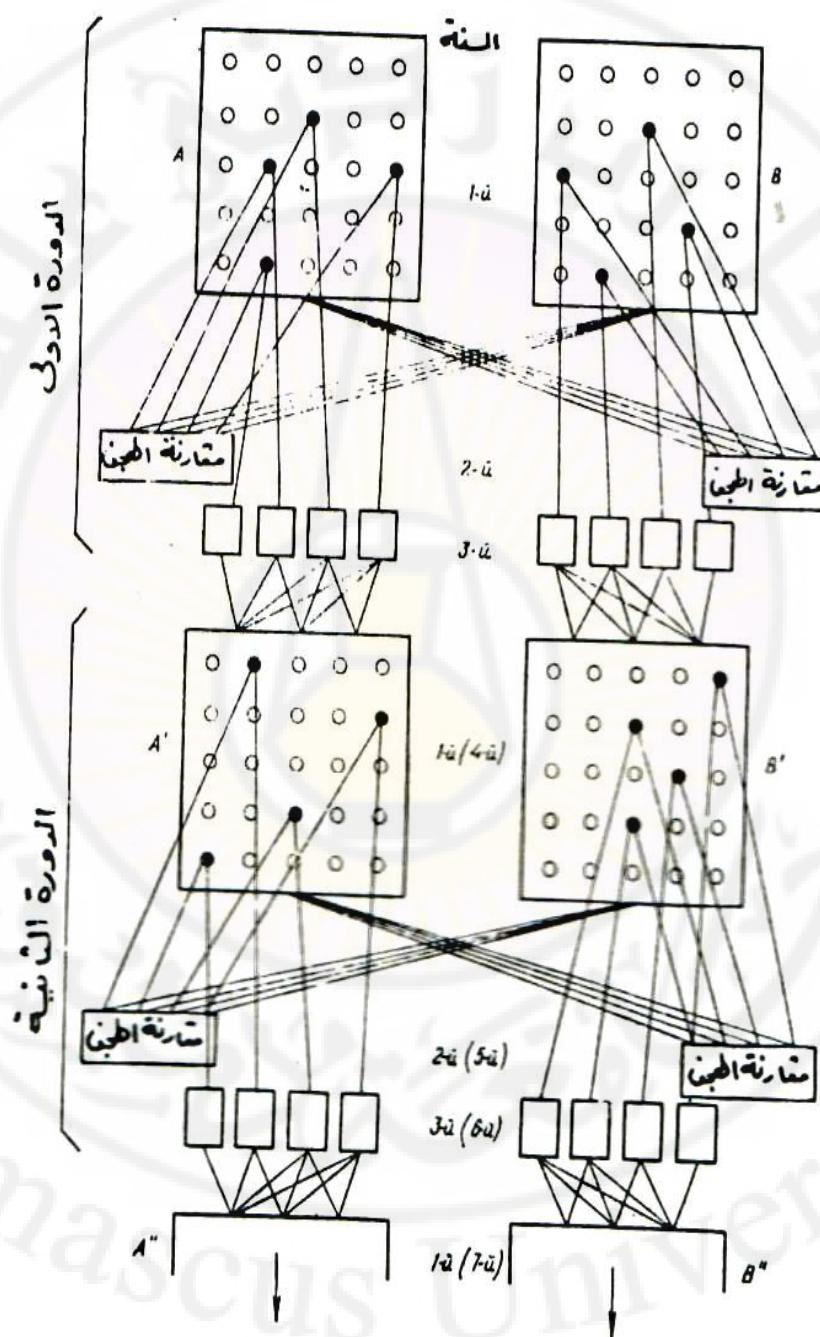
تفيد التربية بطريقة الانتخاب المتكرر المتبادل Reciprocal recurrent selection في الانتخاب لكل من القدرة العامة والخاصة على التوافق، تتضمن الطريقة وجود عشيرتين من العشائر الوراثية (أ، ب) التي تكون على درجة عالية من الخلط الوراثي.

بموجب هذه الطريقة يتم التلقيح المتبادل لنباتات مختارة حسب صفات معينة من مجموعتين أ و ب، وتخضع للتلقيح الذاتي ومن ثم يتم الانتخاب حسب المقدرة العامة على التوافق. يقسم العمل إلى عدة دورات تستمر كل واحدة منها ثلاث سنوات على النحو الآتي:

1. في السنة الأولى تنتخب النباتات الجيدة من المجموعة أ وتخضع للتلقيح الذاتي، وللتجهين مع نباتات مختارة بنفس الطريقة من المجموعة ب.
2. وفي السنة الثانية تقيم مجموعتان من الهجن لتحديد أفضل النباتات من كل عشيرة، تلك التي تميزت بقدرة عالية على التوافق مع العشيرة الأخرى.
3. وفي السنة الثالثة تزرع أنسال التلقيح الذاتي الذي أجري في السنة الأولى فقط عن النباتات التي أعطت في التجهين الثنائي أفضل النتائج ، وفي نفس العام تجري التهجينات الممكنة بين سلالة المجموعة أ وكذلك بين سلالات المجموعة ب كل على حدة. والحبوب الناتجة عن كل تهجين تخلط مع حبوب بقية التهجينات ضمن المجموعة الواحدة لتزرع في السنة الرابعة مكونة بذلك مجموعة نباتية جديدة (أ1 أو ب1) وتبدأ دورة ثانية من العمل بهذه الطريقة (الشكل، 19)

تستمر دورات الانتخاب المتكرر بعد ذلك مع الاستمرار في استعمال النباتات التي تبدأ بها كل دورة انتخاب -في أي من البرنامجين- كصنف اختباري في

البرنامج الآخر. ويلزم انتخاب عدد كاف من النباتات في كل دورة لتلقيحها ذاتيا بغرض الحد من التربية الداخلية وما يصاحبها من تدهور في قوة النمو.



الشكل (19) مخطط العمل بطريقة الانتخاب المتكرر المتبادل

رابعاً- إحداث الطفرات والتضاعف الصبغي:

يلجأ المربي إلى التربية بالطفرات عندما يستنفذ الوسائل الممكنة الأخرى. تحدث الطفرة بصورة طبيعية ولكن بنسب ضئيلة جداً تتراوح بين 0.001 % و 0.0001% وذلك حسب المحصول والصفة الطافرة، ويبين الجدول (14) معدلات حدوث الطفرة الطبيعية لبعض العوامل الوراثية المسيطرة على صفات الحبة في الذرة الصفراء

الجدول (14) معدلات حدوث الطفرة الطبيعية لبعض العوامل الوراثية المسيطرة على صفات الحبة في الذرة الصفراء

العامل الوراثي وتأثيره المظهري	عدد الأعراس المدروسة	عدد الطفرات المشاهدة	نسبة الطفرات لكل مليون عروس
R يتحكم في لون الحبة	554786	273	492
I يمنع تكوين اللون	265391	28	106
P ₂ لون الحبة قرمزي	647102	7	11
Su الأندوسبيرم سكري	1678726	4	204
Y اللون الأصفر	1745280	4	202
SH الأندوسبيرم المجعد	2249285	3	102
Wx الأندوسبيرم الشمعي	1503744	صفر	صفر

تستخدم بكثرة المواد المحدثة للطفرات في تربية الذرة الصفراء لإنتاج المادة الأولية، وتستعمل في هذا المجال المواد المشعة والمواد الكيميائية بالتأثير على الحبوب أو حبوب اللقاح أو البادرات. ويشار كثيراً في الأعمال العلمية المنشورة إلى

الحصول على طفرات إيجابية استخدمت لرفع المحتوى البروتيني وخاصة اللايسين ولتحسين صفة المقاومة للأمراض، ولتحسين خاصة التوافق والائتلاف وغيرها.

الاتجاه الآخر في تربية الذرة الذي يحظى باهتمام متزايد هو إحداث التضاعف الصبغي Poly Ploidy والحصول على التراكيب الوراثية الرباعية (4X) بغية استخدامها في التربية كمادة أولية. ويتم الحصول على النباتات المتضاعفة بمعاملة البادرات بمحلول مخفف 0.1-0.2% من الكولشيسين.

ويمكن استخدام النباتات الأحادية Monoploid أو Haploid في إنتاج السلالات النقية بعد مضاعفتها بواسطة الكولشيسين، وخاصة إذا ما علمنا بأن إنتاج السلالة النقية في جميع المورثات يحتاج لتلقيحات ذاتية عديدة لا تقل عن 7-10 أجيال. وللكشف عن النباتات الأحادية تستخدم الطريقة المقترحة عام 1947 من قبل Cheise والتي تقضي بتهجين السلالة الأم (التي يراد الحصول فيها على النباتات الأحادية) المنتحية بصفة اللون مع السلالة الأب التي تحمل المورث R^n السائد بحالة أصلية والذي يتسبب في إظهار صبغة الأنثوثيانين في جنين واليرون الحبة. تفحص الحبوب بعد جنينها في المخبر وتنتخب الحبوب التي لم يتلون فيها الجنين بينما تلون الجزء العلوي فيها فقط. يدل ذلك على أن الأندوسبرم ذو تركيب صبغي ثلاثي (3n)، بينما الجنين يكون أحادي (n) يجب أن تترافق هذه العملية بالدراسة الخلوية للتأكد من التركيب الصبغي وتجنب الوقوع في الأخطاء. إذ يكون عدم التلون متسبباً في بعض الأحيان في حدوث طفرة وراثية أو وجود المورثات المانعة التي تحجب ظهور اللون وغيرها. يصعب الاعتماد على هذه الطريقة للحصول على النباتات الأحادية نظراً لقلة حدوثها بشكل طبيعي حيث لا تتجاوز نسبة 1:1350، ويجب التنويه إلى أن صفة الميل نحو إعطاء النباتات الأحادية صفة وراثية وتنتقل عبر الأجيال من نبات إلى آخر.

الفصل الرابع

الذرة البيضاء *Sorghum bicolor*

العائلة النجيلية *Gramineae = Poaceae*

النشأة الوراثية و التقسيم النباتي اعتبر Stapf في فلورا إفريقيا الاستوائية، أن تحت قبيلة الذرة البيضاء *Sorghastrae* واحدة من أصل (60) تحت قبيلة تنتمي لقبيلة *Andropogoneae*. وتتضمن تحت القبيلة المذكورة الأجناس الرئيسية *Sorghum* و *Sorghastrum* و *Cleistachne*. ويتضمن الجنس *Sorghum* الأقسام *Sorghum* و *Parasorghum* و *Chaetosorghum* و *Heterosorghum* ، وتمتلك جميعها العدد الصبغي الأساسي $x = 5$. وهذه تُظهر مراحل في تطور أجناس تحت قبيلة الذرة البيضاء *Sorghastrae* المنتشرة شرقاً وغرباً عبر المناطق الاستوائية. نشأ الجنس *Sorghastrum* عندما كان لا يزال هنالك ارتباط بين أمريكا و إفريقيا، كما نشأ *Parasorghum* عندما كان لا يزال هنالك ارتباط بين إفريقيا و آسيا و أستراليا وربما أيضا أمريكا، لأن *S. trichocladum* يتواجد في أمريكا الوسطى. ولذلك فإن جميع هذه الأجناس والأقسام تمتلك مجتمعات نباتية متعددة الشكل Polymorphic ثنائية الصيغة الصبغية ($2n=2x=20$) في إفريقيا الاستوائية (والتي من المحتمل أن تعود إلى النوع *S. arundinaceum*) كما تمتلك مجتمعا نباتي ثنائي الصيغة الصبغية، مختلفاً بوضوح في جنوب- شرق آسيا ، وإندونيسيا والفلبين، وهو النوع *S. propinquum*. ويمتلك هذا النوع الأخير رايزوما متطورا بقوة ، وأوراقا متميزة بشكلها ، وبذورا صغيرة جدا. وعلى الرغم من أن الهجن بين النوعين الأخيرين تام الخصوبة، فإن المجتمعات النباتية الحالية تختلف، بما فيه الكفاية، في صفاتها المورفولوجية وفي توزيعها ، مما يقود ،احتماليا ، إلى اعتبارهما نوعين متميزين عن بعضهما. ينشأ النوع *S. halepense* في وسط توزيع النوعين *S. arundinaceum* ($2n=2x=40$)

و *S. propinquum* ويتداخل معهما . ويحتل هذا النوع المساحة الممتدة من جنوب وشرق الهند خلال باكستان وأفغانستان وعبر آسيا الصغرى وحتى المشرق وسواحل البحر المتوسط. ويعرف أحد أشكالها بحشيشة جونسون. ولقد نشأ النوع *S. halepense* بالتأكيد عن طريق مضاعفة العدد الصبغي لهجين بين النوعين *S. arundinaceum* و *S. propinquum* . وينشأ الجدل حول ما إذا كان النوع *S. halepense* رباعي التضاعف الذاتي Autotetraploid أو رباعي التضاعف الهجيني Allotetraploid، بسبب إنتاج هجن خصبة عند التهجين بين *S. arundinaceum* و *S. propinquum* .

يتداخل توزيع القسم *Sorghum* مع الأقسام *Parasorghum* و *Heterosorghum* والجنسين *Sorghastrum* و *Cleistachne*. ولقد بينت محاولات تهجين أفراد من القسم *Sorghum* مع الأجناس و الأقسام الأخرى، نجاحها ، ويبدو أنه من المؤكد أن أصل المحصول المزروع هو *section Sorghum* ، *Sorghum*. لقد تطور بالبداية من النوع البري *S. arundinaceum* الإفريقي و من المحتمل أن يكون قد تأثر ببعض المورثات التي انتقلت إليه من النوع *S. propinquum* و *S. halepense* في المناطق التي تواجدت فيها هذه الأنواع (Doggett, 1970).

لقد سبب تهجين طبيعي بين الذرة البيضاء الثنائية الصيغة الصبغية و النوع *S. halepense* في الأرجنتين نشوء حشيشة كولومبوس *S. alium* ذي التضاعف الرباعي الصيغة الصبغية.

يبلغ العدد الصبغي للذرة البيضاء *Sorghum* ($2n=20$) ، وحيث أن العدد الأساسي من الصبغيات لتحت القبيلة *Sorghastrae* هو $x=5$ ، فمن المفترض أن يكون الجنس *Sorghum* أساسا من منشأ رباعي الصيغة الصبغية.

تباعدت نباتات الذرة البيضاء المزروعة عن الأشكال البرية، ذات التلقيح الخلطي، التي انحدرت منها، بواسطة الانتخاب المتباعد. فلقد وجه الإنسان انتخابه باتجاه الصفات والخصائص الزراعية (مثل عدم الانفراطة، والحبوب العريضة، والقابلية

للدراس، والنضج المناسب)، بينما فضّل الانتخاب الطبيعي صفات وخصائص النمط البري. ولقد أكد الباحثون على التفاعل بين الذرة البيضاء البرية والمزروعة وتدفق المورثات بينهما. ولقد ميز Harlan and wet السلالات الأساسية المزروعة من الذرة البيضاء وهي (Guinea, Kafir, Caudatum, Bicolor) و (Durra)، بعضها نتج عن التهجين وبعضها الآخر نشأ عن تداخل مناطق انتشار الأشكال المتعددة من الذرة متباينة الأشكال Polymorphic distributions.

الذرة البيضاء من نباتات العائلة النجيلية (Gramineae) و جنس الذرة (Sorghum) (ويضم هذا الجنس أكثر من 30 نوعاً بعضها حولي والبعض الآخر معمر، ويوجد حالياً عدة تصنيفات نباتية لهذا المحصول إلا أن التصنيف النباتي الحديث الذي طوره Harlan and Dewet 1971 يعد مبسطاً ومفيداً في الوقت نفسه لمربي النبات، ويعتمد هذا التصنيف على تقسيم الاختلافات في النوع S.bicolor إلى السلالات التالية:

أولاً السلالات المزروعة: *S.bicolor* spp bicolor

1- السلالات الأساسية:

- | | |
|--------------|-------------|
| (B) bicolor | السلالة (1) |
| (G) guinea | السلالة (2) |
| (C) caudatum | السلالة (3) |
| (K) kafir | السلالة (4) |
| (D) durra | السلالة (5) |

2- السلالات الهجينة:

وتتضمن التهجينات أو التوافيق الممكنة بين السلالات الأساسية.

ثانياً: السلالات العفوية: *S.bicolor* spp. arundinaceum

- | | |
|--------------|-------------|
| arundinaceum | السلالة (1) |
| aethiopicum | السلالة (2) |
| virgatum | السلالة (3) |

السلالة(4) verticilliflorum

السلالة(5) propinquum

السلالة(6) shattercane

يمكن تحديد وتمييز السلالات المزروعة بالاعتماد فقط على السنبيلات الناضجة بالرغم من إمكانية الاعتماد على شكل السنبلة.

وفيما يلي وصف لكل سلالة من السلالات المزروعة:

1- السلالة bicolor : الحبوب متطاولة، وفي بعض الأحيان بيضاوية قليلاً . تلتصق القنابيع بالحبوب وتغطيها بشكل كامل أو غير كامل.

2- السلالة guinea : الحبوب مسطحة شبه عدسية، والقنابيع طويلة تصبح عند النضج أطول أو تعادل الحبوب في الطول.

3- السلالة caudatum : الحبوب غير منتظمة الشكل، فالسطح المقابل للعصافاة الداخلية مقعر بينما يكون السطح الآخر دائرياً وناثراً . يبلغ طول القنابيع نصف طول الحبة أو أقل.

4- السلالة kafir : الحبوب منتظمة، كروية الشكل تقريباً، والقنابيع ملتحمة بالحبوب ومتباعدة في الطول.

5- السلالة durra : الحبوب مستديرة إلى بيضاوية الشكل ، والقنابيع عريضة جداً .

والأنواع المزروعة S.vulgare و S. Sativa . S ويكون فيها العدد الصبغي $2N=20$

وهناك بعض الأنواع المعمرة مثل S.halepense و S. alnum يكون فيها العدد الصبغي مضاعفاً $2N=40$ وتصنف الذرة البيضاء زراعياً أيضاً إلى عدة مجموعات أهمها:

1- الذرة العلفية Fourage وتضم عدداً من الأنواع أهمها S. bicolor و S.vulgare وتمتاز هذه الأنواع بطول الساق، بحلاوتها وبمحتواها العصيري.

2- الذرة الحبية ومنها *S.grain* , *S.durra* , *S.caffrorum* ,

S.subglabrescens وتمتاز بنورها المكتظة وغزارة إنتاجها من الحبوب.

3- الذرة السكرية *Saccharata* وتمتاز بطول الساق وغلاظتها وطبيعتها

العصيرية وحلاوتها ومثالها: *S.dochna var.saccharata*

4- ذرة المقشّات: و تمتاز بنورتها الزهرية العنقودية المتطاولة والـتي

تستخدم في صناعة المقشّات و من أمثلتها *.technicum*
var S.dochna

5- الذرة العشبية: *Herbaces* و من أمثلتها *S.vulgare var.sudanense*

و تضم حشيشة السودان و الهجن التي نشأت عن التهجين بينها و بين
الذرة العلفية.

أهداف التربية:

تهدف الاتجاهات الحديثة في تربية الذرة البيضاء إلى استنباط أصناف

وهجن تتميز بما يلي:

1- أصناف وهجن من الذرة البيضاء الحبية ذات إنتاجية عالية من الحبوب (

5-6T/h) وذلك من خلال زيادة عدد ووزن الحبوب في العتاكيل وزيادة

عدد العتاكيل على النبات , بالإضافة لذلك من الضروري أن تكون النباتات

قصيرة (حتى 150 cm) ومتساوية في الارتفاع وذات اشطاءات قليلة

(1-2 اشطاء على النبات) لتناسب الحصاد الآلي .

2- الأصناف والهجن المخصصة لصناعة السيلاج يجب أن تتمتع بمجموع

خضري كبير وضخم وإنتاجية كبيرة من المادة الخضراء (40-50 T/h)

وذات أوراق عريضة وتحتوي على نسبة 25-30% مادة جافة عند مرحلة

النضج الشمعي وذات محتوى عال من الكاروتينات ونسبة منخفضة من

حامض الايدروسيانيك السام .

- 3- أصناف وهجن سريعة النضج تصلح لزراعة العروة التكاثيفية بحيث تكون مبكرة في النضج (100-110) أيام وذات إنتاجية عالية .
- 4- أصناف وهجن ذات متطلبات حرارية منخفضة (مقاومة للبرودة) من أجل التوسع في زراعتها باتجاه المناطق الشمالية من الكرة الأرضية.
- 5- أصناف وهجن غير مرغوبة للطيور بحيث تحوي هذه النباتات على نورات زهرية متدلية للأسفل وحبوب ذات لون أحمر قرمزي وذات محتوى عالي من مادة التانين القابضة .
- 6- أصناف وهجن ذات محتوى عالي من البروتين وبعض الحموض الأمينية وخاصة اللايسين من أجل زيادة القيمة العلفية.
- 7- أصناف وهجن من الذرة السكرية لا يقل فيها نسبة السكر عن 20% في العصر السكري.
- 8- أصناف وهجن مقاومة للأمراض والحشرات وخاصة تفحم الحبوب و السنابل وتبقع الأوراق وحفار الساق.

طرق التربية:

التهجين:

تعتمد طريقة التهجين في الذرة البيضاء على استئصال أعضاء التذكير قبل تفتح الأزهار ومن ثم عزل الأزهار المخصية بأكياس وبعد 3-4 أيام يتم التلقيح بحبوب طلع الآباء المذكورة. إن عملية الخصي واستئصال أعضاء التذكير هي عملية صعبة ومعقدة بسبب صغر حجم الأزهار. تم إعداد طريقة لخصي الأزهار باستخدام جهاز بسيط يسمى جهاز التحكم الحراري بالأعضاء الجنسية بحيث يتم غمر النورة الزهرية بالماء الساخن بدرجة حرارة 48-50 °C لمدة 10 دقائق فنلاحظ أن حبوب الطلع تنقد مقدرتها على الحياة بشكل كامل, أما الأعضاء الجنسية الأنثوية فتحافظ

على 70-80 % منها على قيد الحياة، أو باستخدام الهواء الساخن المندفع من مجفف على درجة حرارة (48-50) م بالمدة السابقة نفسها .

إن أهم الاتجاهات الحديثة في تربية وتحسين الذرة البيضاء تم عن طريق الحصول على الهجن التي تتفوق على آبائها بالإنتاجية وبعض الصفات الزراعية الهامة. ولأجل الحصول على هذه الهجن لا بد من استخدام السلالات ذاتية التلقيح. يتم الحصول على السلالات ذاتية التلقيح في الذرة البيضاء من خلال عزل الأزهار على الساق الرئيسية قبل تفتح الأزهار بتغطيتها بأكياس ورقية. بعد إتمام عملية الإزهار والإخصاب يتم إزالة الأكياس العازلة . تطبق الطريقة السابقة لمدة 3-4 سنوات بعدها تتكون لدينا سلالات متشابهة في كثير من الصفات الشكلية. ويلاحظ في السلالات الناتجة عدم حدوث أي تدهور أو تراجع في صفاتها. ومن الضروري الإشارة إلى أن هذه السلالات ذاتية التلقيح لا تستخدم فقط في إنتاج الهجن وإنما يمكن أن تكون نواة لتشكيل أصناف جديدة .

بالإضافة لذلك يمكن الحصول على الهجن في الذرة البيضاء باستخدام ظاهرة العقم الذكري السيتوبلازمي، والمشكلة الرئيسية هي الحصول على السلالات العقيمة والسلالات المعيدة للخصوبة. وتتبع أهمية استخدام الأصناف العقيمة الذكر في الاستغناء عن إجراء عملية الخصي اليدوي.

هجن الذرة البيضاء المخصصة لتصنيع السيلاج تستنبط على أساس السلالات العقيمة كما هو الحال في الذرة البيضاء الحبية.

من الجدير بالذكر أن الهجن متوسطة طول فترة النضج تعطي إنتاجية عالية من الحبوب والمجموع الخضري ومحتوى عالياً من السكر في العصير السكري ، مما يؤدي إلى إعطاء قيمة علفية عالية. أما الهجن متأخرة النضج فتبدي تفوقاً في إعطاء كميات كبيرة وضخمة من المجموع الخضري والمادة الجافة لذلك تستخدم كأعلاف خضراء طازجة. تعطي أيضاً هجن حشيشة السودان مجموع خضري كبير وبالتالي تستخدم كأعلاف خضراء طازجة .

الانتخاب:

• الانتخاب الإجمالي : تنتخب من المادة الأولية (عشائر, أو أصناف, أو هجن....الخ) في الحقل عدة مئات, وأحياناً, عدة آلاف من النباتات الأفضل بمجموعة من الصفات الاقتصادية الهامة القيمة , وبعد الاختبار الإضافي في المختبر تجمع البذور دون إجراء أي اختبار للنسل. وعلى الرغم من سهولة الانتخاب الإجمالي, فإن من الصعوبة الملحوظة, انتخاب التراكيب الوراثية الأكثر قيمة في الإنتاجية, و صفات أخرى من العشيرة الأساسية اعتماداً على المظهر الخارجي للنبات, و إنما بواسطة الانتخاب الإجمالي يمكن المحافظة على مستوى معين من التحسين في الأصناف, لذا نستطيع تجنب النقص في هذه الطريقة بإتباع الانتخاب الفردي.

• الانتخاب الفردي: تشكل العشائر الطبيعية و الهجينية و عشائر الطفرات مصدراً هاماً للمادة الأولية, من أجل القيام بالانتخاب الفردي, وتنتخب من المادة الأولية بعض النباتات التي تلبي مواصفات الصنف المستقبلي, وتحصد نورات هذه النباتات وتقرط بشكل مستقل, ويجري اختبار المقارنة, واستبعاد النسل الأسوأ وانتخاب الأنسال الأفضل ويمكن تحقيق ذلك بدورة انتخاب واحدة, أو عدة دورات.

عند استخدام الانتخاب الفردي في تربية الذرة البيضاء , وحشيشة السودان القابلة للتلقيح الخلطي في مجال واسع, يتم اللجوء إلى التلقيح الذاتي باستخدام العازل وخلال ذلك يلاحظ في بعض الحالات في الذرة البيضاء الحبية, ومعظم الحالات في حشيشة السودان تدهور في قوة النبات, و للتغلب على هذه المشكلة يستخدم الانتخاب العائلي الفردي ومجموعات العائلات.

• الانتخاب العائلي الفردي: فيه تزرع النباتات النقية في قطع معزولة, ومع مسافة العزل هذه يستبعد احتمال انتقال حبوب اللقاح من حقول تربية, أو إنتاجية أخرى مزروعة بأحد المحاصيل التابعة لجنس الذرة البيضاء, غير أن تجنب حدوث تلقيح أقارب أمر غير ممكن, لأنه يحدث تلقيح خلطي ضمن نطاق العائلة الواحدة فقط.

• انتخاب مجموعات العائلات: يتلخص في تقسيم النباتات النقية إلى عدة مجموعات و تكون عادة (3-5) مجموعات, تنتخب من كل مجموعة النباتات المتقاربة بالصفات المورفولوجية والاقتصادية والبيولوجية, وبخواص العائلة.... وهكذا, فإن كل مجموعة تمثل عشيرة تتكون منها العائلات التي تختلف بعضها عن بعض وراثياً. تزرع كل مجموعة في قطعة أرض معزولة , وبعد دراسة دقيقة تجمع العائلات المتقاربة بالصفات المورفولوجية والبيولوجية وبخواص المجموعة معاً في صنف واحد.

الطفرات:

تعد طريقة الطفرات الصناعية من الطرق الهامة في تربية وتحسين الذرة البيضاء . وتستخدم في ذلك الأشعة و المواد الكيميائية المطفرة . باستخدام برامج الطفرات الصناعية تم الحصول على طرز تتمتع بالصفات التالية : قصيرة الطول حبوب كبيرة الحجم , مبكرة النضج, إنتاجية عالية , محتوى عال من البروتين طرز ذات صيغة صبغية مضاعفة وعقيمة.

ومن الطرق الواعدة في تحسين الذرة البيضاء استخدام ظاهرة التضاعف الصبغي حيث يتم الحصول على طرز ذات مجموع خضري كبير وعملق نتيجة لتضاعف عدد الصبغيات وزيادة حجم الخلايا.

وفي الوقت الحالي يتم تطوير وتحسين طرق تربية الذرة البيضاء باستخدام التقانات الحيوية والوراثة الخلوية التي بتطبيقها يمكن الحصول على أصناف متحملة للملوحة والجفاف ومقاومة للأمراض والحشرات....

الشوفان

الاسم الإنكليزي: Oat

الاسم اللاتيني: Avena sativa

العائلة: النجيلية Poaceae

النشأة الوراثية والتقسيم النباتي:

لم يعرف إلى الآن وبشكل قطعي منشأ الشوفان المزروع، وربما نشأ من الشوفان المعروف باسم Avena byzantine، الذي يعتقد أنه نشأ بدوره من نوع الشوفان Avena sterilis، عموماً تختلف الآراء حول نشأة الشوفان، حيث يعتقد البعض أن النوع المزروع قد نشأ من نوعين بريين هما الشوفان البري العادي Avena Fatua والشوفان البري الأحمر Avena sterilis.

يتبع الشوفان العائلة النجيلية Grammineae والجنس Avena الذي يضم حوالي 70 نوعاً تقسم إلى مجموعتين: حولية ومنها أنواع برية وأخرى مزروعة وتتميز بأنها ذات عصافات كثيرة العروق، ومعمرة وكلها أنواع برية قليلة العروق من (3-1) عرق، ويتبع النوع المزروع (Avena sativa) للأنواع السداسية (Suttie and Reynolds, 2004).

يوجد أنواع كثيرة جداً من الشوفان قسمت من قبل عدد من العلماء، مع ملاحظة أن بعضها وصف أحياناً كنوع، وأحياناً أخرى تحت نوع آخر. فقد وصف العالم مالتسيف (1930) Maltsiv سبعة أنواع مستقلة، ووصف العالم Mordfynkin (1930) 16

نوعاً من الشوفان، من بينها عدد قليل جداً له قيمة اقتصادية (كيال، 1987). وتقسم أنواع الشوفان وفق عدة طرق أهمها:

1- وفق عدد الكروموزومات: وفيه يقسم الشوفان إلى ثلاث مجموعات :

أ- المجموعة الأولى: ثنائية المجموعة الكروموزومية $2n = 14$ وتضم: شوفان الرمل *Avena strigos*، الشوفان القصير *Avena brevis*، الشوفان العاري القصير *A. nudibrevis*، وشوفان الصحراء *A. wiestu*.

ب- المجموعة الثانية: رباعية المجموعة الكروموزومية $2n = 28$ وتضم: الشوفان اللحي *A. Barbata* والذي ينتشر في القطر العربي السوري كعشب ضار في حقول القمح والشعير، وشوفان بيسان *A. abyssinica*.

ت- المجموعة الثالثة: سداسية المجموعة الكروموزومية $2n = 42$ وتضم: الشوفان البري الأحمر *Avena sterilis* والشوفان البري العادي *Avena Fatua*، والشوفان المزروع العادي المنتشر بكثرة في الزراعة *Avena sativa* والشوفان العاري *Avena nuda*.

2- وفق طبيعة النمو: حيث توضع أنواع الشوفان في مجموعتين:

أ- حولية: وتعرف بالشوفان الطبيعي أو الحقيقي وهي الأكثر أهمية، إذ من الممكن زراعة بعض أنواعها ، وتضم 16 نوعاً، وتقسم إلى تحت مجموعتين تضم كل منها بعض الأنواع المهمة: تحت المجموعة الأولى وتضم: الشوفان البري اللحي *A. Barbata* وشوفان الرمل *A. strigos* والذي يوجد برياً في بعض الدول ويزرع في بعضها الآخر.

تحت المجموعة الثانية وتضم: الشوفان البري العادي والذي يعرف باسم الشوفان الشمالي وهناك شوفان لولدوفيسيانا أو الشوفان الجنوبي *Avena Luldoviciana* وهو أيضاً نوع بري إضافة إلى نوعين مزروعين هما: الشوفان المزروع العادي والذي ينتشر في الزراعة في أغلب دول العالم وثم الشوفان البيزنطي أو شوفان حوض البحر الأبيض المتوسط *A. byzantine*.

ب- المعمرة: وتستعمل كنباتات رعوية ومنها الشوفان الطويل *A. elatior*.

ومما لاشك فيه أن التقسيم الأخير لم يراعِ اختلاف المجموعات الكروموزومية، حيث أن الأنواع الموجودة ضمن كل مجموعة أو تحت مجموعة تختلف فيما بينها بشكل كبير. إن أهم ما يميز النباتات البرية عن المزروعة إضافة للاختلافات الظاهرية العامة انفتاح السنبيلات مما يساعد الأنواع البرية على سهولة تناثر الحبوب منها حتى قبل النضج ووجود السفا القاسي وكثافة الزغب على الحبوب. ويتم الاعتماد على النقاط التالية في تمييز الأنواع: وضع الأزهار على النبات وخاصة الأولى منها، والحبوب مغطاة أم عارية، والعصيفات والعروق الموجودة عليها، وأبعاد الحبة (الطول والعرض والسماكة).

تتميز المصادر الوراثية بالكثير من الموصفات الهامة وخاصة الأصول الوراثية المحلية التي تتمتع بالمزايا العامة الآتية:

- 1- القدرة الفائقة على تحمل ظروف الإجهادات الإحيائية واللاإحيائية.
- 2- تحمل ظروف التربة غير المناسبة: الملوحة الأرضي ضعيفة الخصوبة.
- 3- الباكورية في النضج.
- 4- ارتفاع نسبة المادة الفعالة في بذورها وثمارها.
- 5- اعتبارها مصادر مشجعة لمقاومة الآفات الفيروسية، التي تؤثر في إنتاجية الحبوب والثمار.

تتبع الأصناف المزروعة من الشوفان المزروع العادي *A. sativa* ، يوجد في الدول العربية وخاصة الجزائر والمغرب الكثير من الأصناف مثل الشوفان الأحمر، شوفان كوفرة، شوفان قالمة. لا توجد أصناف معروفة من الشوفان في القطر العربي السوري وإن كان هناك صنف خليط يعرف بشوفان طرطوس.

أهداف التربية:

من أهم أهداف تربية الشوفان الإنتاجية الحبية العالية، ومقاومة الرقاد وانفراط الحبوب، والباكورية في النضج، والمحتوى العالي من البروتين والنشاء في الحبوب، بالإضافة لمجموع خضري كبير الحجم يصلح للحش في الزراعات العلفية المختلطة، وتطوير أصناف متحملة للإجهادات اللاإحيائية كالجفاف والحرارة العالية.

طرائق التربية:

تعتمد نفس الطرق الأساسية المستخدمة في تربية القمح والشعير وهي الإدخال والانتخاب الفردي والإجمالي والتهجين والطفرات الصناعية وطرق التقانات الحيوية المختلفة.

الشيلم

الاسم الانكليزي: Rye

الاسم اللاتيني: *Secale cereal*

العائلة النجيلية: *Poaceae*

النشأة الوراثية والتقسيم النباتي:

ينتمي الشيلم للجنس *Secale*، الذي يضم 12 نوعاً (بعض المراجع تشير إلى 14 نوع) 10 منها برية، وواحد ينتشر كعشب ضار في حقول القمح والشعير في الكثير من دول العالم، ونوع واحد فقط مزروع هو الشيلم المزروع *Secale cereal*، الذي يزرع في كل الدول التي ينتشر فيها الشيلم، يضم هذا النوع عدداً من الأصناف بالمتوسط 13 صنفاً، ويؤكد إيفانوف أنه استطاع أن يعد 49 صنفاً تابعاً لهذا النوع، غير أن الجميع يؤكد أنه لا يوجد سوى صنف واحد مزروع هو *Secale cereal* *var. vulgare Korn* الشائع أو العادي ويضم عدداً كبيراً من السلالات والتي يطلق عليها اسم الصنف خطأً.

وحسب آخر تصنيف مقترح من العالم السوفيتي كوبليانسكي فإن جنس الشيلم *Secale* يضم أربعة أنواع تصنف في مجموعتين:

1- *Cplismenolepis Nevski*: هنا العصافات تحيط بالحبوب بصورة جيدة

(صعبة الفصل) وتضم كافة الأنواع البرية:

أ- الشيلم البري *Secale Siloestre Host*

ب- الشيلم الإيراني *Secale Iranicum Kobyl*

ت- الشيلم الجبلي *Secale Montanum (Guss)* ويتبع له:

Montanum (Typus), *Kyprijanovii (Grossh)*, *Anatolicum (Boiss)*, *Africanum (Stapf)*.

2- وتضم المجموعة الثانية نوعاً واحداً فقط هو النوع المزروع *Secale cereal*

L. ويضم هذا النوع كافة الأشكال المزروعة، الشيلم العشبي الضار المنتشر

في حقول القمح والشعير، الأشكال الحولية والمعمرة، والأشكال المزروعة من الشيلم الثنائي والرباعي. ويضم هذا النوع خمسة تحت أنواع هي:

- 1- الشيلم الحبي Secale L.
- 2- شيلم فافيلوف Vavilovii (Grossh) Kobyl
- 3- الشيلم الرباعي Tetraploidium Kobyl
- 4- شيلم دراجافين Derzhavinii (Fzvel) Kobyl
- 5- شيلم Tsitsinii Kobyl

ويضم كل منها مجموعة من الطرز والأشكال التي تختلف فيما بينها بشكل السنبلة ولونها (أبيض، أحمر، بني، أسود) ووجود العصافات حول الحبوب (عارية أو مغطاة).

من أهم الأصناف المنتشرة في مجموعة الدول المستقلة: فياتكا2، خاركوف 55، خاركوف 60، فياتكا، بيلتا، ساراتوف 4.

أهداف التربية:

تعد الإنتاجية العالية والباكورية في النضج ومقاومة الرقاد والمحتوى العالي من البروتين ومقاومة البرودة ودرجات الحرارة المنخفضة والحصول على مجموع خضري كبير عن طريق إعطاء إسطاءات كثيرة من أهداف تربية الشيلم.

طرائق التربية: إن الشيلم من المحاصيل خلطية التلقيح وذلك بسبب ظاهرة عدم التوافق الذاتي لذلك تستخدم الطرق التالية في تحسين هذا المحصول وهي: الإدخال والانتخاب والتهجين والطفرات الصناعية.

الفصل الخامس

الحمص *Cicer arietinum*

العائلة البقولية *Leguminaceae = Fabaceae*

النشأة الوراثية و التقسيم النباتي:

الحمص المزروع *C. arietinum* من أهم المحاصيل البقولية الغذائية نظراً لقيمته الغذائية العالية حيث تحتوي بذوره على المواد التالية:

بروتين	18.5-25%
كربوهيدرات	47-57%
دهون	4.5-5%
رماد	3.5-4%
ألياف	7-13%
رطوبة	9-10%
مواد مختلفة أخرى	4-4.5%

كما يعد مصدر متميز للفيتامينات و العناصر المعدنية كالنحاس و الفوسفور و الكالسيوم مما جعله غذاءً شعبياً مفضلاً في منطقة الشرق الأوسط و بعض الدول الآسيوية و الأفريقية، إضافة لذلك يستخدم النبات الأخضر كسماد عضوي، و تتميز جذوره بمقدرتها على تثبيت الآزوت الجوي في التربة عن طريق العقد البكتيرية الموجودة في الجذور و بالتالي يساعد في إغناء التربة بالآزوت. و يستخدم الجزء الهوائي من النبات في تغذية الحيوانات إما على شكل تبين أو علف أخضر.

ينتمي الحمص *Cicer* لقبيلة *Viciae* والفصيلة البقولية *Fabaceae* (*Leguminosae*). وهو جنس صغير نسبياً، يضم 39 نوعاً معروفاً تنتشر بشكل رئيس في وسط وغرب آسيا.

إن العدد الصبغي في الخلايا الجسمية الأكثر شيوعاً في هذا الجنس هو $2n$ $= 2x = 16$ في الأنواع (*C. arietinum*, *C. chorossanicum*, *C. incisum*, *C. judaicum*, *C. microphyllum*, *C. pinnatifidum*, *C. anatolicum*, *C. bijugum*, *C. montbretii*, *C. cuneatum*). ولقد وجد عدد صبغي مغاير

(2n = 14) في الأنواع *C. pungen* و *C. arietinum* و *C. microphyllum* و *C. songaricum* . ويبدو أن العدد الأساسي من الصبغيات في جنس الحمص هو $x = 8$. ولا توجد معلومات متاحة حول العلاقة بين الحمص المزروع *C. arietinum* وبين الأنواع البرية.

يعتقد أن الموطن الأصلي للحمص هو جنوب شرق تركيا و سورية. و مما يؤيد ذلك وجود ثلاث أنواع برية حولية من الجنس *Cicer* ذات صلة وثيقة جداً بالحمص المزروع موجودة في هذه المنطقة، و هذه الأنواع هي *C. reticulatum* , *C. echinospermum*, *C. bijugum* و يعد النوع *Cicer reticulatum* الأصل الذي نشأ منه الحمص المزروع . و يعتقد فافيلوف أن منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط و جنوب غرب آسيا هي مركز نشوء رئيسي للحمص، و أن أثيوبيا هي المركز الثاني لنشوء الحمص المزروع. يصنف الحمص عادةً حسب صفاته المظهرية إلى مجموعتين رئيسيتين:

1- ديزي : يتميز النبات بالحجم الصغير و القصير الساق، يحتوي على صبغة الأنثوسيانين، الوريقات صغيرة، الحجم الأزهار أرجوانية ، الثمرة (قرن) تحتوي على بذرتين أو ثلاث بذور و هي صغيرة الحجم ملونة غالباً و شكلها غير منتظم.

2- كابولي: النبات كبير الحجم و طويل الساق، يتميز بخلوه من صبغة الأنثوسيانين، الوريقات كبيرة الحجم نسبياً، الأزهار كبيرة نسبياً و ذات لون أبيض، البذور كبيرة الحجم، و ذات شكل مستدير تقريباً، لونها كريمي فاتح يحتوي القرن على بذرة واحدة أو اثنتين. هنالك مجموعة ثالثة وسط بين الديزي و الكابولي و نباتاتها متوسطة الحجم و البذور متوسطة الحجم أيضاً، لون البذور كريمي، و لكن لا توجد أنواع مميزة لهذه المجموعة.

يعد الحمص من المحاصيل الشتوية, حيث يزرع في سورية في عروتين: عروة شتوية : حيث يزرع ابتداءً من كانون الأول و لغاية منتصف كانون الثاني و الطرز الوراثية تتحمل البرودة بشكل جيد. عروة ربيعية: تزرع خلال شهر شباط أو خلال شهر آذار تبعاً لدرجة حرارة الموقع, و هذه المجموعة حساسة تجاه انخفاض درجات الحرارة. وقد قامت بعض المنظمات الدولية بأعمال جمع و توصيف و تخزين المصادر الوراثية من الحمص من أهمها أكريسات ICRISAT في الهند و إيكاردا ICARDA في سورية.

أهداف التربية Breeding objectives :

التربية للغة Breeding for yielding :

تعد صفة الغلة صفة مركبة يتحكم بها عدد كبير من العوامل الوراثية ذات التأثير البسيط و تتأثر بالظروف البيئية. عناصر الغلة (الإنتاجية) الأساسية عند الحمص هي: عدد القرون في النبات, طول النبات عدد البذور في القرون, وعدد ووزن البذور في النبات, وزن الـ100 بذرة , عدد العقد على الساق الرئيسة و التفرعات الثانوية لأن كل عقدة تحمل قرناً. و تشير الدراسات إلى وجود علاقة ارتباط إيجابية ما بين عناصر الغلة السابقة و الغلة النهائية و بالتالي فإن الانتخاب لأي صفة من الصفات السابقة سيحسن الإنتاجية.

وعموماً فإن الغلة و عناصرها تتأثر بدرجة كبيرة بالعوامل البيئية, علماً أنها صفة مركبة يتحكم بها عدد كبير من العوامل الوراثية. إن المعرفة الدقيقة بدرجة تأثير البيئة على هذه الصفة و عناصرها يعتبر عاملاً هاماً في اختيار طريقة التربية حجم المجتمع و شدة الانتخاب.

تتميز الأصناف المحلية و المعتمدة من الحمص بانخفاض إنتاجها مقارنة ببعض الأصناف المعتمدة في بعض الدول الأخرى و هذا يعود إلى مجموعة من الأسباب أهمها:

- 1- عدم توفر الأصناف الحالية المعتمدة إلى طاقة إنتاجية عالية بسبب قصور برامج التربية و التحسين الوراثي لهذا المحصول.
 - 2- حساسية الأصناف المعتمدة للإصابة بالأمراض و خاصة لفحة الاسكوكاتيا و الذبول الفيوزاري و الإصابة بالنيماتودا.
 - 3- انخفاض استجابة هذه الأصناف لبعض المعاملات الزراعية مثل التسميد و الري والمعاملة بالملح البكتيري و عدم تحديد التربة المناسبة.
- و لذلك فإن أهداف تربية الحمص للصفات الإنتاجية يجب أن يأخذ بعين الاعتبار ما يلي:

- 1- التركيز في برامج تربية الحمص على بعض عناصر الإنتاجية مثل زيادة عدد القرون و البذور في النبات، و زيادة وزن الـ 100 بذرة، و زيادة عدد العقد على الساق الرئيسية و الأفرع الثانوية بالإضافة إلى زيادة ارتفاع النبات و عدد التفرعات
- 2- تحسين صفات تحمل الاجهادات الإحيائية (الأمراض و الحشرات) و اللإحيائية (جفاف، برودة، حرارة عالية، ملوحة.....).
- 3- تطوير أصناف جديدة تزرع في العروة الشتوية للاستفادة من الرطوبة خلال فصل الشتاء و الربيع و بالتالي رفع الكفاءة الإنتاجية لهذه الأصناف.
- 4- تطوير أصناف جديدة تستجيب مع التسميد و الري و المعاملة بالملح البكتيري و عمليات الخدمة.
- 5- استخدام التقانات الحيوية و الهندسة الوراثية و زراعة الأنسجة لتحديد مواقع المورثات المفيدة و نقلها إلى الأصناف التجارية.

التربية لمحتوى البروتين:

يتم الانتخاب لصفة محتوى البروتين في البذور في الأجيال المبكرة من برنامج التربية (F2 و F3) و لكن ثباتية هذه الصفة تكون في السلالات الأصلية و المتجانسة و ذلك في الجيل السادس F6 أو بعد ذلك. تتراوح نسبة البروتين في البذور ما بين 17 - 24 % علماً أنه قد سجلت بعض الحالات نسبة تراوحت بين 12.5 - 31.5 % و في عام 1986 وجد Singh et al., علاقة ارتباط غير معنوية بين نسبة البروتين و كل من عدد الأزهار, عدد الأيام حتى النضج, ارتفاع النبات, عدد القرون في النبات, عدد البذور في القرون, الغلة الحيوية, غلة النبات في البذور, عدد التفرعات الرئيسية الثانوية في كلا العروتين الربيعية و الشتوية في حين وجد ارتباط معنوي بين نسبة البروتين و وزن المائة بذرة.

التربية للنوعية و الخصائص التكنولوجية:

من الأمور الهامة التي تؤخذ بعين الاعتبار عند اعتماد صنف جديد من الحمص هي الخواص النوعية و التكنولوجية كنوعية البروتين في البذور, اللون و الطعم و الرائحة والقوام ثم الزمن اللازم للطهي. و قد أشارت بعض الدراسات إلى وجود علاقة ايجابية بين محتوى الكبريت مع محتوى الميثونين, و لوحظ وجود ارتباط ايجابي بين الزمن اللازم للطهي و حجم البذرة, كما أن قابلية امتصاص البذور للماء عند النقع ترتبط ايجابياً مع الزمن اللازم للطهي, و من هذا المنطلق فإنه من المفيد الانتخاب لصفة أقل زمن لازم للطهي و لصفة البذور الكبيرة. ويعد حجم البذور من الصفات النوعية و ذات أهمية كبيرة عند التسويق ويرغب المستهلك بمواصفات بذور محددة تشمل اللون والطعم والحجم. و تقسم البذور تبعاً لحجمها إلى :

1- بذور صغيرة الحجم: وزن المائة بذرة أقل من 25 غرام.

2- بذور متوسطة الحجم: وزن المائة بذرة يتراوح بين 25 - 40 غرام.

3- بذور كبيرة الحجم: وزن المائة البذرة أكثر من 40 غرام.

و أغلب أصناف الحمص من مجموعة الديزي يتراوح وزن المائة بذرة عندها ما بين 11- 18 غرام، بينما الأصناف التابعة لمجموعة الكابولي تتصف بذورها بتباين كبير في صفة وزن البذرة.

لون البذور من الصفات النوعية الهامة و يفضل المستهلك و الصناعي اللون الكريمي الفاتح وذلك في مجموعة الكابولي أما عند مجموعة الديزي فاللون المفضل يتباين كثيراً بين بلد وآخر وتتباين الأصناف التابعة لهذه المجموعة في صفة لون البذور كثيراً، إذ يتراوح اللون من الأسود إلى الأخضر مروراً باللون البني و الأصفر و الزهري.

التربية لصفة طول النبات:

يعد استنباط أصناف من الحمص ذات ساق طويلة من أهم أولويات برامج تربية هذا المحصول و هذا الهدف يبدو أكثر أهمية في حوض البحر الأبيض المتوسط بهدف استخدام الحصاد الآلي. و من المعوقات الأساسية لتطوير زراعة هذا المحصول هو عدم توفر أصناف تصلح للحصاد الآلي مما يجعل تكلفة الحصاد اليدوي عالية جداً.

و من المهم الإشارة إلى أن تطوير الأصناف الشتوية طويلة الساق من الحمص قد لاقت ارتياحاً واسعاً في أوساط العاملين و المزارعين و لا سيما أن كثيراً من هذه الأصناف مقاوم لمرض لفحة الأسكوكايتا. إن أهمية التطوير و استنباط أصناف طويلة الساق لا يحل مشكلة الحصاد فقط و لكن يعد مطلباً هاماً كونه يساهم في زيادة الغلة البذرية و البيولوجية في آن واحد.

تعد الطرز الوراثية المتوفرة في روسيا و بعض دول الاتحاد السوفيتي سابقاً، مصدراً وراثياً هاماً لتحسين صفة طول الساق. و هذه المصادر الوراثية تتمتع بنوعية جيدة و بمقاومة أو تحمل جيد لمرض لفحة الأسكوكايتا و البرودة غير أن المشكلة عند هذه المصادر الوراثية هي طول فترة النمو، فهي متأخرة النضج و انتاجيتها متوسطة إلى قليلة و حجم البذرة متوسط. لقد حقق مربو النبات تقدماً ملموساً لتحسين

صفة طول الساق عند الحمص و العمل جاد لرفع الكفاءة الإنتاجية لهذه الأصناف و اختصار فترة النضج.

التربية للأمراض:

من أهم الأمراض التي يصاب بها محصول الحمص و التي تسبب خسائر اقتصادية كبيرة، الذبول الفيوزاري *Fusarium wilt* و الذي يتسبب عن الفطر *Fusarium oxysporum* P.sp.Cicer ومرض لفحة الأسكوكايتا *Ascochyta blight* و الذي يتسبب عن *Ascochyta rabiei*.

1- مرض لفحة الأسكوكايتا : من أكثر الأمراض خطورة و قد سجلت أكثر من 30 بدأً مسبباً خسائر في الإنتاجية قد تتجاوز الـ 50 % وفي سورية يعد حالياً المرض الأول عند محصول الحمص و يصل الفقد في الإنتاج حتى 30% . يصيب الفطر الجزء الهوائي من النبات و يوجد عدة سلالات فيزيولوجية من الفطر في سورية و لبنان و يسبب ذلك صعوبة في استنباط أصناف من الحمص تتمتع بالمقاومة تجاه المسبب المرضي. ينتشر المرض بسرعة في الظروف الرطبة و الباردة نسبياً. تكمن خطورة هذا المرض في إمكانية إصابته لمحاصيل بقولية أخرى مثل الفاصولياء والبازلاء، توجد العديد من المصادر الوراثية التي تحمل صفة المقاومة لهذا المرض من أقدمها و أشهرها الصنف 4F32 ثم الصنف C12/34 الذي استخدم على نطاق واسع كمناح لصفة المقاومة لمرض لفحة الأسكوكايتا.

يتحكم بصفة المقاومة عامل وراثي واحد سائد أو متنح و أحياناً عامل سائد و آخر متنح طبقاً لنوع المصدر الوراثي. تتصف الطراز المانحة لصفة المقاومة بمحتواها العالي من L-cystine فعالية عالية لأنزيم البيروكسيديز و الكاتالاز و محتوى عال من مركب الفينولييك، و تشير بعض الدراسات المتعلقة بآلية المقاومة إلى أن الأصناف التي تحوي أوراقها نسبة عالية من حمض الماليك، أظهر مقاومة عالية

للمرض.و من الناحية العلمية حتى الآن لا يوجد صنف مقاوم لهذا المرض في سورية، بل إن أفضل الأصناف المتوفرة حالياً تعد متحملة و ليس مقاومة للمرض.

2- مرض الذبول الفيوزاري:

يعد هذا المرض من أمراض التربة و يسبب خسائر كبيرة في الإنتاجية تصل إلى 10% وهو من الأمراض الهامة و الإصابة بمرض الذبول تحدث في المراحل المبكرة حيث تسبب خسائر كبيرة مقارنة مع الذبول الذي يحصل في المراحل المتأخرة حيث تكون الخسائر أقل. تنعكس الإصابة على البذور من خلال انخفاض وزن البذور و تجعدها و لونها يكون أفتح. يمكن ملاحظة الإصابة بالمرض بعد حوالي 3-4 أسابيع من الإنبات حيث يلاحظ تغيرات في لون و شكل الأوراق، و في المراحل المتقدمة من الإصابة بالمرض يلاحظ موت النباتات بعد أن يصبح لونها أصفر ثم يتحول إلى لون أصفر غامق بني.

أفضل درجة حرارة لنمو و تطور الفطر و حدوث العدوى هي 25°م . و تشير بعض المصادر البحثية أن الفطور قد تبقى في التربة لمدة 5 سنوات و هنا يبرز دور تطبيق دورة زراعية مناسبة للحد من الإصابة. توجد عدة سلالات من المسبب المرضي، ففي الهند ذكر (Haware and Nene , 1982) وجود 4 سلالات فيزيولوجية، و أن السلالة 1 هي سلالة شرسة و توجد في المكسيك و أمريكا أيضاً، وراثتها صفة المقاومة وجد أنها من النوع البسيط غالباً، مورث واحد متتحي، بينما تذكر مصادر أخرى أن مورثات الإضافة أو ذات الأثر التجميعي تلعب دوراً هاماً في المقاومة، و قد أشارت الأبحاث إلى وجود عدد من المصادر الوراثية التي تحمل صفة المقاومة و ذلك عند مجموعة الكابولي و الديزي. و تعد الأصناف التالية مصدراً لصفة المقاومة: 77 , Santa domingo , Sonora 80 , Suratato . كما يمكن استخدام المصادر التالية من مجموعة الديزي كمصادر لمورثات المقاومة L 41 , L1186 .

طرق التربية: Breeding methods

الحمص محصول ذاتي التلقيح و يستخدم في تربيته طرق تربية المحاصيل ذاتية الإخصاب مثل الإدخال و الانتخاب و التهجين و الطفرات.

الإدخال : Introduction

الهدف الأساسي من عملية الإدخال هي اختبار الطرز الوراثية في الظروف البيئية الجديدة ومعرفة سلوكية هذه الطرز من وجهة النظر البيولوجية و الوراثية والإنتاجية و حساسية هذه الطرز تجاه الأمراض و الحشرات و ظروف التربة و غيرها. يمكن الحصول على المدخلات من خلال التبادل مع المراكز الوطنية أو الدولية مثل الإيكاردا و أكريسات و المركز الدولي للمصادر الوراثية النباتية في روما أو المراكز الإقليمية .

و استناداً إلى طبيعة المادة المدخلة تتم دراستها وفق برنامج محدد فإذا كانت المادة عبارة عن سلالات نقية يتم اختبار سلوكية هذه السلالات في البيئة الجديدة و مدى تأقلمها مع الظروف البيئية الجديدة و تأثير هذه الظروف على الإنتاجية أو الخصائص النوعية. و تعامل الأصناف التجارية نفس المعاملة. أما في حالة كون المادة النباتية عبارة عن مادة هجينة أو خلطية فيطبق الانتخاب الفردي وفق طريقة النسب و طريقة نبات / خط و ذلك حتى الوصول إلى درجة النقاوة الوراثية و بعد ذلك يتم اختبار كفاءتها الإنتاجية و الخصائص النوعية.

انتخاب النباتات: Plant selection

تعد طريقة الانتخاب الفردي إحدى طرق التربية و كذلك تمثل إحدى الخطوات الأساسية لأي برنامج تربوي مثل التهجين أو التطهير. يطبق الانتخاب الفردي بهدف الحصول على سلالات نقية متماثلة و متجانسة في صفاتها و خواصها الشكلية و البيولوجية و الفيزيولوجية، و طبقاً لهدف التربية يتم اختبار و تقويم الطرز المنتجة مثل اختبار مقاومتها لمسبب مرضي أو حشري أو اختبار مقاومتها للبرودة أو للجفاف أو دراسة كفاءتها الإنتاجية. و في حال تفوق الطرز

الوراثية المنتجة المنتخبة يتم إكثارها و طرحها للاستعمال كصنف أو سلالة جديدة يعطى لها اسم و مواصفات دقيقة مميزة لها.

Hybridization: التهجين

هدف التهجين هو جمع عدد من الصفات المرغوبة الموجودة عند أبوين أو أكثر في صنف واحد الخطوة الأولى هي اختيار الأبوين، و تعد هذه الخطوة مفتاح نجاح برنامج تربية الحمص حيث يتم اختيار آباء الهجن استناداً إلى درجة تأقلمها مع الظروف البيئية الجديدة المقاومة للأمراض والحشرات و الخصائص الإنتاجية و النوعية. و الخطوة التالية هي إجراء عدد كبير من التهجينات للحصول على مجتمع كبير يشمل الأفراد التي تحمل الصفات الاقتصادية المرغوبة ولاسيما الإنتاجية و الخصائص التكنولوجية ، المقاومة للأمراض، المقاومة للبرودة أو للحرارة العالية. و تعطى أهمية الطرز الوراثية التي تتمتع بصفات مميزة مثل حجم البذور، طول النبات، عدد القرون/ العقدة، عدد البذور/ بالقرن، وزن البذور/ النبات. ومن الطرق المستخدمة حديثاً في برامج تربية الحمص تقنية استخدام المؤشرات الجزيئية. إن عملية التهجين و الانتخاب الذي يلي التهجين ثم اختبار النسل الناتج ، هذه الخطوات تستغرق زمناً طويلاً من 10-12 سنة و بالتالي فهو مكلف جداً إلى جانب الجهد الكبير. يمكن حالياً اختصار بعض هذه الخطوات و رفع كفاءة عملية الانتخاب و التقويم و ذلك باستخدام المؤشرات الجزيئية. و هذا يتيح للمربي توصيف دقيق للسلاسل أو للطرز الناتجة، تحديد درجة مقاومتها أو حساسيتها لمرض محدد ولا سيما للفحة الأسكوكايتا وكشف درجة الأصالة الوراثية .

التربية بالطفرات Mutation breeding:

تم اللجوء إلى طريقة الطفرات في تربية الحمص بسبب التقدم البطيء في تربية الحمص كنتيجة لعدم وجود مصادر متاحة كافية للتباينات الوراثية. و من هذا المنطلق تم استخدام الأشعة و المواد الكيميائية بهدف زيادة و خلق تباين وراثي جديد و استثماره في الحصول على أصناف جديدة. و تعد الهند و الباكستان و بنغلادش

من أكثر الدول استخداماً لطريقة الطفرات للحصول على أصناف جديدة. ففي
الباكستان تم الحصول على الصنف CM77 أما في الهند تم استنباط الأصناف
Pusa – 408, Pusa- 413 و في بنغلادش تم تطوير الصنف Hyprosola
خطوات تنفيذ برامج التربية باستخدام المطفرات مشابه لخطوات البرنامج عند
المحاصيل ذاتية الإخصاب مثل القمح و الشعير.

الفصل السادس

Vicia faba الفول

العائلة البقولية *Leguminaceae = Fabaceae*

النشأة الوراثية والتقسيم النباتي :

يعد الفول مصدراً هاماً من مصادر الغذاء في كثير من دول العالم وترجع
أهميته الغذائية إلى غناه بالبروتين، حيث تتميز بذوره بنسبة عالية من البروتين قد
تصل إلى 35% وسوقه إلى 10%، كما أن الفول يعد أحد أهم المحاصيل التي
تدخل في الدورة الزراعية التي تسهم في المحافظة على خصوبة التربة وتقليل
الاعتماد على التسميد الآزوتي وذلك عن طريق قيام البكتريا العقدية بتثبيت الآزوت
الجوي. وتستعمل نباتات الفول الخضراء للتسميد الأخضر ولتحضير السيلاج، وكذلك

تبن الفول يقدم كغذاء جيد للحيوانات. والموطن الأصلي للفول هو بلاد حوض البحر المتوسط.

ينتمي الفول للجنس *Vicia* والنوع *faba* والفصيلة (Leguminaceae) Fabaceae وهو نبات ثنائي التضاعف الصبغي $2n = 2x = 12$ ولم يعرف أي تضاعف في الفول. وتتميز صبغيات الفول بكبر حجمها، وكمية الحمض النووي DNA العالية. وتوجد أنواع أخرى من الفول تملك عددا صبغيا $2n = 10, 12, 14$ ولا يمكنها التهجين مع الفول المزروع. ولا يعرف أي جد للفول المزروع؛ مع أن بعض العلماء أن بعض أنواع الفول الأخرى مثل *V. narbonensis* و *V. galilaea* تملك جدا مشتركا مع الفول المزروع، لكن لا يوجد دليل مباشر على ذلك. الفول من المحاصيل ذاتية الإخصاب إلا أن هناك نسبة من التلقيح الخلطي تحدث بين أصناف المحصول، تختلف هذه النسبة حسب الظروف البيئية التي ينمو فيها المحصول وحسب التركيب الوراثي أو لكليهما معاً، والفول من المحاصيل التي تتكاثر بالبذرة. لذلك يجب على مربّي الفول أن يحدد بتجاربه الخاصة نسبة حدوث التلقيح الخلطي الطبيعي في المنطقة التي يعمل بها وتحديد أنواع الحشرات الملقحة ومدى نشاطها طوال فترة نمو المحصول، تقدر نسبة التلقيح الخلطي الطبيعي في الفول باختيار صنفين أو سلالتين مختلفتان في صفة وراثية سهلة الملاحظة كلون البقعة على جناحي الزهرة أو لون السرة والقصرة. تزرع بذور الصنفين بالتبادل في خطوط متقاربة بالطريقة الموصى بها في الزراعة. تجمع البذور المتكونة على نباتات الصنف ذي الصفة المتنحية وتزرع في الموسم التالي وبعد نموها تعد النباتات أو البذور التي تظهر بها الصفة السائدة وتحسب نسبتها من مجموع النباتات المزروعة. وهذه النسبة تعبر عن نسبة التلقيح الخلطي الطبيعي بين الصنفين تحت ظروف المنطقة التي جرت بها الدراسة.

ولما كان تركيب زهرة الفول يسمح بحدوث نسبة كبيرة من التلقيح الخلطي الطبيعي بواسطة الحشرات الملقحة لذا يجب أن يؤخذ في الاعتبار عند وضع

برنامج التربية ترك مسافة عزل كافية بين السلالات والأصناف المدروسة، وتدل بعض الدراسات أن نسبة التلقيح الخلطي تقل بزيادة مسافة العزل ويمكن أن تتعدم تماماً عندما تكون المسافة في حدود 125-175 م.

هذا وتعد الأصول الوراثية اللازمة لتحسين أصناف الفول من الأهمية بمكان، لذا يجب الاهتمام بعزلها والحفاظ على تركيبها الوراثي الأصيل بعيداً عن مصادر الخلط الوراثي الناتج عن التلقيح الخلطي الطبيعي بزراعتها ضمن صوب سلكية تمنع دخول الحشرات الملقحة .

كل أصناف الفول المزروعة في العالم تعود إلى نوع واحد هو *Vicia faba* L. أو ما يعرف بالفول المزروع *faba vulgaris* . يمكن أن تكون البذور مدورة أو مضغوطة ويبلغ طولها من 0.5-2 cm ولونها بني غامق أو مائل للحمرة أو أخضر. وتصنف البذور بحسب حجمها إلى ثلاث مجموعات :

فول صغير البذور Small seeded وزن 1000 بذرة أقل من 650 g فول متوسط البذور Medium seeded وزن 1000 بذرة يتراوح من 650-1000 g فول كبير البذور Large seeded وزن 1000 بذرة أكبر من 1000 g

أهداف التربية : Breeding objectives

يعد استنباط أصناف عالية الإنتاجية من أهم أهداف برامج التربية ويتحقق ذلك من خلال تحسين عناصر الغلة كعدد القرون في النبات وعدد البذور في القرن وبالتالي في النبات ، ووزن البذور ، بالإضافة إلى استنباط أصناف مقاومة للأمراض والحشرات (الصدأ والمن) وذات صفات زراعية واستهلاكية مرغوبة لكل من المزارع والمستهلك، وتحسين بعض الصفات التكنولوجية كصفات الطهي وزيادة نسبة البروتين في البذور ، واستنباط أصناف تساهم بطريقة غير مباشرة في تقليل تكاليف الإنتاج مثل الأصناف المستجيبة للزراعة في أراض غير محروثة أو أراض قلوية أو أراض موبوءة بالهالوك . كما أن إنتاج الأصناف المبكرة يسمح بتوفير الوقت الكافي

لتحضير الأرض للمحصول اللاحق بالإضافة لأصناف تصلح للزراعة والحصاد الآلي .

طرق التربية : Breeding methods :

بما أن الفول يعد من المحاصيل ذاتية الإلقاح يمكن تقسيم الطرائق المتبعة لتربية وتحسين محصول الفول إلى ما يلي :

أولاً - الانتخاب :

1- الانتخاب الفردي Single plant selection :

يعد الانتخاب الفردي من الوسائل الهامة المستخدمة لتربية واستنباط الأصناف المحسنة في الفول . وتعتمد هذه الطريقة على الأساس العلمي الذي وضعه العالم جوهانسن عام 1903 لنظرية السلالة النقية . وتتلخص هذه الطريقة فيما يلي:

1- انتخاب عدة مئات من النباتات الممتازة ذات المواصفات المحصولية الجيدة .

2- زراعة بذور كل نبات من النباتات المنتخبة كل على حدى في الجيل التالي والأجيال المقبلة الأخرى .

3- مقارنة السلالات النقية الناتجة مقارنة دقيقة من حيث صفاتها الاقتصادية بشكل عام وغلة البذور بشكل خاص .

4- إكثار أفضل سلالة وتوزيعها على المزارعين

2- الانتخاب الإجمالي Mass selection :

يعني الانتخاب الإجمالي _ انتخاب عدد كبير من نباتات الصنف المتميزة بالصفات والخواص المحصولية المرغوبة وجمع وخلط البذور الناتجة منها معاً واستعمالها كبذار لإنتاج الجيل التالي. تكرر نفس العملية جيلاً بعد آخر حتى يتم الحصول على صنف يكون أقرب ما يكون إلى صفات النموذج المطلوب .

تتوقف نتيجة الانتخاب سواء أكان فردياً أو إجمالياً على حالة الصنف أو العشيرة التي بدئ فيها الانتخاب . فإذا كانت العشيرة غير نقية أي عبارة عن خليط من عدة تراكيب وراثية ممتازة ومتوسطة وريئة فإن مدى التحسين يظهر بسرعة ويكون الانتخاب في هذه الحالة من أسهل الوسائل لرفع مستوى الصنف أو العشيرة.

أما إذا كان الصنف أو العشيرة على درجة عالية من النقاوة الوراثية فإن أثر الانتخاب يكون ضئيلاً في كل جيل من أجيال الانتخاب وفي هذه الحالة قد يتطلب الأمر ممارسة الانتخاب لعدد من الأجيال قبل ظهور أي تأثير ملموس في تحسين المحصول.

ولهذا السبب لا تعد طرق الانتخاب المختلفة وخاصة الانتخاب الإجمالي في الوقت الحاضر طريقة منفصلة لتحسين محصول الفول بل أصبحت طريقة متبعة للمحافظة على نقاوة الأصناف التجارية والسلالات التي نتجت من اتباع طرائق التربية الأخرى .

ثانياً - التهجين : Hybridization :

1- التهجين المستقيم : 1- طريقة النسب Pedigree method

2- طريقة التجميع Bulk method

يتجلى الغرض الأساسي من التهجين في جمع الصفات المرغوبة المختلفة الموجودة في سلالتين أو صنفين أو نوعين أو جنسين أو أكثر في صنف واحد أو سلالة واحدة .

وقد يجري التهجين بين صنفين مختلفين يحتوي كل منهما على الصفة المرغوبة بهدف الحصول على الانعزال المتجاوز الحدود في الجيل الثاني لبعض الصفات الكمية كالغلة والتبكير في النضج ومقاومة الرقاد . وأحياناً يؤدي التهجين

إلى جمع عوامل وراثية مختلفة من الأبوين في تراكيب وراثية جديدة ينشأ عنها صفات جديدة مرغوبة لم تكن موجودة أصلاً في كل الأبوين كما في حالة العوامل المكملية .

2- طريقة التهجين الرجعي : Back cross method

تستخدم هذه الطريقة عندما يراد نقل صفة أو عدد محدود من الصفات التي يتحكم بها زوج أو زوجين من المورثات (مقاومة الأمراض) من أحد الأصول الوراثية إلى صنف تجاري تتوافر فيه جميع الصفات المرغوبة الأخرى.

ثالثاً - الطفرات : Mutation :

أصبح شائعاً في الفترة الأخيرة تربية وتحسين الفول باستخدام الطفرات الفيزيائية والكيميائية . وتستعمل أشعة غاما على نطاق واسع في جرعات 5-7 كراي , أما الطفرات الكيميائية فأكثرها استخداماً الإيتيلين أمين , مركبات النتروز , دي إيثيل سولفات وغيرها . ونتيجة لذلك تمكن العلماء الروس من استنباط أصناف تتمتع بالصفات الزراعية والإنتاجية الهامة كصنف بيكو لفيتشسكي 1.

الفصل السابع

العدس *Lens esculenta moench*

العائلة البقولية *Leguminaceae = Fabaceae*

النشأة الوراثية والتقسيم النباتي:

يعد العدس من أقدم محاصيل البقول التي عرفها الإنسان وهو مصدر مهم للحصول على البروتينات التي تتراوح نسبتها في بذوره 22-36% كما تحتوي البذور على 1.8% دهون و 60% كربوهيدرات و 3.1% سيلولز و 2.2% معادن بالإضافة لاحتوائها على الحديد و الكالسيوم وفيتامينات متعددة أهمها (A,B,C) وللعدس استخدامات غذائية وعلفية واسعة, بالإضافة لاعتباره من المحاصيل الهامة في

الدورات الزراعية لأنه من المحاصيل المخصصة للتربة عن طريق تثبيت الآزوت الجوي في التربة.

يتبع العدس للعائلة البقولية *Faba ceae* والجنس *Lens* وأهم الأنواع التي يضمها جنس العدس *Lens* هي :

L. lenticularis

L. nigucans

L. orientalis

L. culinaris

L. esculenta moench

والنوع الأخير هو النوع المزروع من العدس , وتحتوي أنواع العدس المزروع على عدد واحد من الصبغيات $2n=14$.

من المعتقد أن الموطن الأصلي للعدس هو منطقة شرق المتوسط (سورية - فلسطين - العراق) ولا تزال الأنواع البرية للعدس تنتشر في هذه المناطق , على الرغم من أن العالم الروسي فايلوف يرى أن مناطق شرق أفغانستان وشمال غرب الهند هي موطن العدس.

درست وراثية بعض الصفات النوعية للعدس وكانت وراثتها تتبع لقوانين مندل . ويتضمن الجدول رقم (15) وراثية بعضاً من هذه الصفات المدروسة .

الجدول (15) وراثية بعض الصفات النوعية في العدس

الصفة	الحالة السائدة	الحالة المتنحية
لون الأزهار	بنفسجي	أبيض
لون الغلاف البذري	أسود منقط	بدون نقط
لون الفلقات	حمراء - اورانج	خضراء
لون القرون	ارجواني - بنفسجي	خضراء
	بنفسجي ذات بقع	خضراء بدون بقع
لون البادرات	بنفسجي	أخضر

أهداف التربية :

تهدف برامج التربية والتحسين الوراثي على محصول العدس إلى استنباط أصناف تتميز بما يلي:

- 1- أصناف ذات إنتاجية عالية في وحدة المساحة من خلال زيادة عدد الأفرع الثمرية وعدد القرون وعدد البذور على النبات ووزن البذور وتحسين حجمها.
- 2- أصناف ذات محتوى عالي من البروتين ذو قيمة غذائية وعلفية عالية.
- 3- أصناف مقاومة للجفاف تصلح للمناطق الجافة وشبه الجافة ذات الهطولات المطرية المحدودة.
- 4- أصناف طويلة الساق تصلح للحصاد الآلي.
- 5- أصناف مقاومة لانفراط القرون.
- 6- أصناف مقاومة للأمراض والحشرات كالصدأ و الذبول والنيماتودا وسوسة العدس.
- 7- أصناف سريعة النمو في المراحل الأولى من حياة النبات للحد من انتشار الأعشاب الضارة .

طرق التربية:

تعد طرق التربية المتبعة في تربية محصولي الحمص والفول هي نفس طرق التربية المستخدمة في تربية العدس وأهمها الإدخال والانتخاب الفردي والإجمالي بالإضافة لطرق التهجين المستقيم والرجعي.

الفصل الثامن

فول الصويا *Glycine max*

العائلة البقولية *Leguminaceae = Fabaceae*

النشأة الوراثية والتقسيم النباتي:

يعد فول الصويا من المحاصيل البقولية الاقتصادية الهامة، فهو محصول متعدد الأغراض (غذائي، علفي، صناعي، سمادي). و فول الصويا من أهم المحاصيل الزيتية، حيث تنتشر زراعته في مدى بيئي واسع، حيث يزرع في المناطق الدافئة و المعتدلة و الباردة، تعد الولايات المتحدة الأمريكية المنتج الأساسي لهذا المحصول، إذ تساهم بما لا يقل عن 50 % من الإنتاج العالمي، تليها البرازيل و الصين و روسيا. يحوي بذور فول الصويا على نسبة عالية من البروتين تتراوح بين

30 إلى 35% و من 17 إلى 25 % مواد دسمة. يتميز بروتين فول الصويا بغناه بالأحماض الأمينية الضرورية للإنسان و الحيوان، و يدخل هذا البروتين في العديد من الصناعات الغذائية. و يمكن أن يستبدل البروتين الحيواني ببروتين فول الصويا. كما تتميز الأحماض الدهنية بكونها فعالة من الناحية الوظيفية – الفيزيولوجية.

تعرض مربو النبات ومختصو الوراثة المهتمون بتربية فول الصويا للإحباط والخيبة بسبب الغموض المتعلق بالوضع التقسيمي لهذا المحصول. فلقد تم تصنيف أكثر من 280 نوعا وتحت نوع وصنفا تقسيمياً (صنف نباتي Taxonomic varieties) في قائمة فول الصويا *Glycine*. ولحسن الحظ أضاءت دراسات في الستينات والسبعينات من القرن الماضي ، بقوة، تصنيف الجنس *Glycine*، ويبين الجدول التالي الأنواع التسعة لهذا الجنس:

اسم تحت الجنس	اسم النوع	الاسم الدارج	2n	الانتشار
Subgenus GLYCINE (x = 20)	G.	الصويا	40	أستراليا
	<i>clandestine</i>	المتسلقة	40	أستراليا
	<i>G. falcate</i>	-	-	أستراليا
	G.	الصويا	40	أستراليا
	<i>latrobiana</i>	الأورجوانية	80	أستراليا
	G.	الصويا	40 , 80	أستراليا، جنوب شرقي آسيا
	<i>canescens</i>	الحريية		أستراليا، جنوب شرقي آسيا
	<i>G. tabacina</i>	الصويا المتغيرة		
Subgenus BRACTEATA (x = 11)	G.	الصويا	22 , 44	إفريقيا، جنوب شرقي آسيا
	<i>wightii</i>	المعمرة		

شرق آسيا	40	الصويا البرية	<i>G. soja</i>	Subgenus
الصويا المزروعة	40	فول الصويا	<i>G. max</i>	SOJA
				(x = 20)

ومن المحتمل أن يكون النوع *G. soja* هو جد فول الصويا. إن الاختلافات الأساسية بين *G. max* وجده الاحتمالي *G. soja* ، هي كما يلي: حجم البذرة الكبير، وزيادة الزيت، وانخفاض المحتوى البروتيني في البذور، النمو القائم، النبات الضخم، وانخفاض انفرطية البذور الناضجة.

نشأ فول الصويا في شرق آسيا حيث زرع هناك منذ لا يقل عن أربعة آلاف عام. و ينتمي فول الصويا للجنس *Glycine* و النوع *max* و الفصيلة البقولية. و يعتقد أنه نشأ من النوع البري *G. ussuriensis* الذي ينمو في اليابان و منشوريا و كوريا و الذي يتصف بالنمو المفترش الرهيف للنباتات و بالبذور الصغيرة. و يوجد نوع آخر هو *G. gracilis* و هو طراز وسط بين فول الصويا المزروع و النوع البري *G. ussuriensis* . و توجد بعض الأصناف المزروعة في منشوريا تنتمي للنوع *G. gracilis*.

تحتوي الأنواع الثلاثة على العدد الصبغي $2n = 40$, و يمكن إجراء التهجين فيما بينها بنجاح وهناك أنواع أخرى تنتمي للجنس *Glycine* لكن التصنيف النباتي لمعظم هذه الأنواع لا زال موضع شك (poehlman,1959).

أهداف التربية:

يعد تحسين غلة البذور و موعد النضج الملائم لمنطقة الإنتاج و مقاومة الأمراض و صفات الجودة أهم أهداف تربية محصول فول الصويا.

1- تحسين غلة البذور:

تختلف أصناف فول الصويا في قدرتها الإنتاجية الكامنة. و تعتمد هذه الاختلافات إلى حد كبير على مجمل العمليات الفسيولوجية – الحيوية ضمن نبات فول الصويا. و بعبارة أخرى فإن القدرة الإنتاجية لصنف ما هي الوجه الآخر لقدرته

على تصنيع و تخزين كميات كبيرة من البروتين والزيت و الكربوهيدرات وغيرها من المواد الغذائية في البذور.

جرت محاولات عدة لتجزئ الغلة إلى عدد من المكونات البسيطة فمثلاً تتحدد غلة البذور في فول الصويا بحجم و عدد البذور المنتجة على النبات و بعدد النباتات في وحدة المساحة. و يتوقف عدد البذور على عدد عقد النبات و عدد القرون/العقدة و عدد البذور في القرون و النسبة المئوية للبذور غير الناضجة أو المجهضة. و يصبح بالإمكان إذا كانت العلاقات قائمة بين هذه الخواص و الغلة و التربية لصفة الغلة العالية عن طريق استنباط أصناف تجمع معظم التواليف المرغوبة من هذه الخواص. و يمكن تلخيص العلاقات القائمة بين الغلة و مكوناتها على النحو التالي:

1. لا يوجد صنف حتى الآن متفوق في كافة مكونات الغلة، فقد يكون متميزاً في مكون واحد أو أكثر و غير متفوق في المكونات الأخرى.

2. تنتج صفة الغلة العالية من التواليف المختلفة لمكونات الغلة. و يمكن أن يكون الصنف متفوقاً في الغلة كنتيجة لزيادة عدد البذور الصغيرة أو المتوسطة الحجم، بينما قد يعزى سبب تفوق صنف آخر إلى إنتاجية لبذور كبيرة الحجم إنما قليلة العدد نسبياً. و يبدو أن هناك ارتباطاً إيجابياً بين ارتفاع النبات و حجم البذور من جهة و صفة الغلة العالية من جهة أخرى. و هذه العلاقة أكثر رسوخاً من علاقة الارتباط الكامنة بين غلة البذور و الصفات أو الخواص الأخرى.

3. و على الرغم من إمكانية دمج مكونات الغلة المرغوبة عن طريق التهجين إلا أن السلالات المنتخبة من الأنسال الهجينة لم تتفوق في الغلة على الأصناف المتميزة المزروعة.

4. يعتبر كل مكون من مكونات الغلة ذو طبيعة وراثية معقدة Polygenic و بالتالي يجب أن تكون وراثة الغلة بحد ذاتها معقدة للغاية.

جرى تحسين القدرة الإنتاجية لنبات فول الصويا في أرجاء متفرقة من العالم. و قد استفيد من ظاهرة الانعزال المتجاوز الحدود لصفة الغلة العالية. و من المؤكد أن التربية لتحسين صفات و خواص النبات الأخرى كالمقاومة للأمراض و الانفراط و طول موسم النمو الملائم هي في نفس الوقت تحسين لصفة الغلة العالية. و يمكن تحسين قدرة النبات على إنتاج الزيت عن طريق زيادة إنتاجه من البذور و زيادة محتوى البذور من الزيت.

2- ملائمة موعد النضج لمنطقة الإنتاج:

يعد موعد النضج الملائم أحد أهم العوامل المؤثرة في قدرة نبات فول الصويا على التلاؤم في بيئة معينة أو خط عرض معين. و يتصف فول الصويا بحساسية خاصة لعدد ساعات الظلام الذي يتعرض له يومياً و التي يحددها المناخ السائد في منطقة معينة لتنبيه الأزهار.

و من المعروف أن محصول فول الصويا من نباتات النهار القصير حيث لا تستطيع نباتات بعض الأصناف إنتاج الأزهار ما لم تعرض يومياً إلى عشر ساعات ظلام أو أكثر. و تستطيع معظم الأصناف الإزهار بسرعة أكبر عند تعرضها لفترة إظلام تتراوح ما بين 14-16 ساعة، مقارنة بالفترات الأقصر من ذلك. و يحدد خط العرض ساعات النهار و الليل الذي يتأقلم به الصنف.

و قد لوحظ منذ زمن بعيد أن مدخلات فول الصويا تتأقلم في المنطقة المشابهة في خط العرض لمنطقة نشوئها. و هذا يعكس نتيجة هامة مفادها مراعاة استيراد الأصناف الجديدة من مناطق ذات خطوط عرض مشابهة لخطوط العرض في القطر.

تقسم أصناف فول الصويا في العالم حسب طول موسم النمو إلى تسع مجموعات، و يمكن أن تصل الاختلافات ضمن المجموعة الواحدة 10-18 يوم. و في بعض الحالات يلعب موعد النضج أو طول موسم النمو دوراً هاماً في ظروف أرضية معينة. فمثلاً تعتبر الأصناف المبكرة نسبياً الاختيار الأنسب في الحقول ذات

القوام الناعم الرطب و البارد معظم الأوقات. بينما يتاح للصنف المتأخر في النضج الوقت الكافي للنضج و إنتاج غلة عالية في الأراضي خشنة القوام جيدة الصرف التي تصبح جافة بمجرد توقف الهطول أو الري. و يجب عدم اختيار الأصناف المبكرة لزراعتها في الأراضي المعشبة خصوصاً في حال الأعشاب العريضة الأوراق (Scott and Aldrich, 1970).

و بشكل عام تعطي الأصناف الأكثر تأخيراً في النضج إنتاجاً أعلى من الأصناف المبكرة. و في بعض المواسم تكون الأفضلية للأصناف المبكرة حيث يمكنها تفادي بعض الآثار السلبية للعوامل البيئية السائدة كالجفاف مثلاً.

و يمكن زراعة أصناف من أكثر من مجموعة نضج واحدة في منطقة معينة لمواجهة متطلبات الزراعة المبكرة أو المتأخرة لإطالة فترة الحصاد. كما يرغب بزراعة الأصناف المبكرة في العروات الكثيفية.

يتحكم بوراثة موعد النضج في فول الصويا العوامل المتعددة و قد ذكرت آراء متضاربة حول سيادة صفة التذكير أو التأخير في بعض الأحيان. و يرتبط طول موسم النمو بارتفاع النبات، و الأصناف المبكرة تكون غالباً قصيرة و المتأخرة طويلة الساق. و يعتقد بأن صفة طول النبات المرتبطة بالتأخير في النضج هي صفة سائدة على الصفة المضادة.

3- مقاومة الرقاد و الانفراط:

تم الحصول على تقدم ملموس في مجال تربية أصناف من فول الصويا تبقى نباتاتها منتصبية وغير راقدة وتحفظ ببذورها دون أن تنفرط. وهاتان الصفتان ضروريتان للصنف الملائم للجني الآلي. ولا توجد علاقة بين صفة المقاومة للرقاد و صفة المقاومة لانفراط البذور نظراً لأن الصفة الأولى تعتمد على خصائص و مواصفات الساق، بينما تتوقف الصفة الثانية على خصائص القرون للصنف المحدد.

و يسبب الرقاد فقداً في غلة البذور يمكن أن تصل إلى حوالي 20% في بعض الحالات الحادة. و تعتبر التربية المقاومة للرقاد أحد مهام المربي الرئيسية، لكنها معقدة بعض الشيء بسبب أن الأصناف العالية الغلة قد لا تكون هي الأصناف المقاومة للرقاد.

و يؤثر موعد الزراعة و معدل البذار على درجة رقاد الصنف. فتسبب الزراعة المتأخرة زيادة معدلات حدوث الرقاد. و تصبح سوق النباتات عند زيادة الكثافة النباتية أطول و أرفع كما يزداد طول السلاميات. و كنتيجة لذلك تنخفض قدرتها على مقاومة الرقاد.

تقسم أصناف فول الصويا إلى طرازين أساسيين هما: الطراز الطرفي و الطراز غير الطرفي. و تكون أصناف الطراز غير الطرفي بشكل عام ذات سوق أطول بينما تكون سوق الطراز الطرفي أقصر و أثخن و تتفرع النباتات بغزارة أكثر كما أنها تكون مقاومة للرقاد بدرجة أكبر.

تتطور بذور فول الصويا ضمن قرون يمكن أن تتفتح أو تتناثر منها البذور عند النضج. و في الطرز البرية يحدث تفتح القرون بمجرد حدوث النضج. و قد يصل الفقد في غلة البذور بسبب الانفراط إلى 30% أو أكثر.

4- مقاومة الأمراض:

يجب تحديد مصادر المقاومة قبل البدء ببرنامج التربية لمقاومة أمراض فول الصويا كما في سائر المحاصيل الأخرى، كما يجب تحديد مورثات المقاومة التي ينتحتم نقلها للأصناف المتأقلمة العالية الإنتاج.

إضافة لما تقدم فإن على مربي فول الصويا أن يكون ملماً بالأهمية الاقتصادية و أعراض الإصابة و دورة حياة المسبب المرضي و التخصص الفسيولوجي إن وجد. كما أن معرفة طريقة توريث صفة المقاومة ضرورية عند تخطيط برنامج تربية فعال لتحديد طريقة التربية الملائمة. و تفيد معرفة طرائق العدوى الصناعية إن وجدت في غربلة و انتقاء الطرز الوراثية المقاومة.

5- صفات الجودة:

يوجد عدد من العوامل المؤثرة في جودة فول الصويا يتوجب على المربي أخذها بعين الاعتبار. و من أهم هذه العوامل لون أغلفة البذرة و محتوى البذور من الزيت و جودته و محتوى البذور من البروتين.

1. لون أغلفة البذرة:

يمكن أن تتلون أغلفة فول الصويا باللون الأصفر و الأخضر أو البني أو الأسود أو بمزيج من هذه الألوان، و صفة لون أغلفة البذور غير هامة على الإطلاق في أصناف الدريس و التسميد الأخضر، بينما يكون لون الأغلفة الأصفر مرغوباً في الأصناف المخصصة لإنتاج الزيت لوجود اعتقاد سائد ينص على وجود علاقة بين اللون الأصفر و محتوى البذور من الزيت. و لا توجد علاقة بين لون قصرة البذرة و درجة تلوين الزيت المستخرج منها باللون الأصفر، و من جهة أخرى لا يفضل اللون الأسود في صناعة دقيق فول الصويا لأنه يجعل مظهره رديئاً و غير جذاب، و كنتيجة لذلك تباع البذور البنية أو السوداء اللون بأسعار أقل في بعض البلدان من البذور الصفراء أو الخضراء اللون.

2. محتوى البذور من الزيت و جودته:

تعتبر صفات جودة و كمية الزيت المخزنة في البذور من الصفات التي تهتم المربي على نحو خاص، و تتأثر نسبة الزيت في البذور بكل من الصنف المزروع و شروط الوسط المحيط، و يمكن أن تزيد نسبة الزيت عن 20% في بعض الأصناف الزيتية.

3. محتوى البذور من البروتين:

تتراوح نسبة البروتين في البذور ما بين 30 إلى أكثر من 50 % و تستخدم كسبة فول الصويا بعد استخراج الزيت في أعلاف الحيوانات و في عدد من الأغراض التصنيعية الأخرى، و الأصناف الزيتية كما هو معلوم يكون محتواها من

البروتين منخفضاً و العكس صحيح. أي أن نبات فول الصويا لا يملك القدرة على تصنيع البروتين و الزيت بمعدلات مرتفعة في نفس الوقت.

6- تحسين أصناف العلف الأخضر:

استخدم فول الصويا قديماً كمحصول علفي و محصول تسميد أخضر و تتصف الأصناف الملائمة لهذا الغرض بالسوق الرفيعة و النمو المفترش، و بعد استنباط الأصناف الزيتية و الأصناف المتميزة بنسبة البروتين المرتفعة أصبح الاستخدام الأساسي لهذا المحصول ينحصر في الزراعة لإنتاج البذور . و لم يعد لفول الصويا في الوقت الحاضر أهمية تذكر كمحصول علفي أو محصول تسميد أخضر.

و قد تم استنباط العديد من الأصناف ذات المحتوى العالي من البروتين كالصنف بروفار . provar .

طرق التربية:

نظراً لعدم وجود مصادر وراثية محلية من فول الصويا فقد تم إدخال عدد كبير من الأصناف من دول مختلفة و لاسيما من الولايات المتحدة الأمريكية. تنتمي الأصناف المدخلة إلى مجموعات النضج الرابعة، الخامسة، و السادسة التي تلائم الظروف البيئية المحلية و بشكل خاص حساسيتها للفترة الضوئية. و يطبق على الأصناف المدخلة البرنامج التالي:

المرحلة الأولى: يتم زراعة الأصناف المدخلة في أحد مراكز أو محطات البحوث و ذلك على شكل خطوط (خطين فقط) مشاهدة و ذلك من كل صنف أو مدخل. و يتم خلال مراحل النمو و التطور أخذ كافة الملاحظات و القراءات الخاصة بمراحل النمو و التطور و الصفات البيولوجية و الشكلية و الفيزيولوجية . كما يتم تسجيل الملاحظات المتعلقة بمقاومة الرقاد و لتشقق القرون، و لمقاومته أو حساسيته للإصابة بالأمراض أو الحشرات، و حساب الإنتاجية من خلال إجراء تحليل لعناصر الغلة (طول النبات، عدد التفرعات الثانوية، عدد العقد على الساق الرئيسية، عدد

العقد على الفروع الثانوية، عدد القرون على النبات، عدد البذور / النبات ، وزن البذور / النبات) . كما يتم تسجيل المواصفات المتعلقة بالقرون و البذور .

و كنتيجة لهذه الدراسة الشاملة يتم تحديد الأصناف أو الطرز المدخلة التي لم تظهر تأقلماً مع الظروف البيئية السائدة و التي لم تعط إنتاجية مقبولة، حيث يتم استبعادها .

أما الأصناف التي أظهرت تأقلماً جيداً و التي تتصف بمواصفات شكلية و فيزيولوجية و إنتاجية جيدة يتم إعادة زراعتها لمدة عام آخر و يمكن زيادة المساحة المزروعة (4 خطوط بطول 5 م للخط الواحد) و يتبع في دراستها نفس الأسلوب المتبع في الموسم السابق . و كنتيجة للدراسة الشاملة لكافة الصفات و الخواص الاقتصادية يتم تحديد الأصناف التي سوف تدخل المرحلة التالية.

المرحلة الثانية: و تتمثل في استكمال اختبار و تقويم الأصناف أو الطرز الوراثية التي أثبتت تأقلمها في الظروف المحلية بشكل جيد، و التي تتمتع بصفات و خصائص اقتصادية جيدة. تستمر الدراسة و الاختبارات في هذه المرحلة لمدة ثلاث سنوات في مركز البحوث.

تخضع الطرز المدخلة الناتجة في المرحلة الأولى لتجارب اختبار الكفاءة الإنتاجية بزراعتها في مكررات (3-4 حسب توفر كمية البذار) و وفق التصميم المعتمد، و يستخدم كشاهد أفضل صنف معتمد.

يتم أخذ كافة القراءات المتعلقة بمراحل النمو و التطور و المواصفات المورفولوجية و الفينولوجية و غيرها و عند الوصول إلى مرحلة النضج التام يتم حصاد الأصناف و حساب إنتاجية كل صنف ثم تقارن الأصناف المختبرة و تحلل إحصائياً. و ذلك لكافة سنوات الاختبار الثلاث. الطرز المتفوقة يتم تحديدها لاستكمال دراستها و تقويمها في المرحلة الثالثة.

المرحلة الثالثة: يتم اختبار الطرز الوراثية المتفوقة و الناتجة من المرحلة الثانية في عدة مواقع بيئية مختلفة و ذلك بهدف اختبار كفاءتها الإنتاجية و خصائصها النوعية و معرفة سلوكيتها في مواقع الدراسة. يستمر الاختبار لمدة ثلاث سنوات (مواسم) متتالية، و تنفذ الزراعة في مكررات و مساحة أكبر من المرحلة الثانية و وفق التصميم التجريبي المعتمد. و تعامل التجارب في هذه المرحلة بشكل مشابه لما تم في المرحلة الثانية من معاملات زراعية و معدل بذار و قراءات حقلية و مخبرية.

و في نهاية هذه المرحلة يتم تحليل النتائج إحصائياً (تحليل مركب: سنوات x أصناف x مواقع) و بنتيجة الاختبار يتم تحديد أفضل الأصناف المتفوقة مقارنة مع الشاهد المستخدم . تدخل الأصناف أو الطرز المتفوقة في المرحلة الرابعة و الأخيرة من الاختبار.

المرحلة الرابعة: تنفذ هذه المرحلة من الاختبارات و التقويم في حقول المزارعين و هو ما يعرف باختبار " الحقول الاختبارية " حيث يتم تطبيق المعاملات الزراعية كما تطبق من قبل المزارعين. عدد الأصناف أو الطرز التي تدخل هذه المرحلة يكون قليلاً و ينحصر بالطرز التي تفوقت في المرحلة السابقة التي أظهرت تأقلاً جيداً مع الظروف البيئية المختلفة. يتم تطبيق الزراعة في الحقول الاختبارية في عدة مواقع بيئية مختلفة و تزرع مساحات أكبر من المرحلة السابقة و بمكررات. و تستمر الدراسة لمدة ثلاثة مواسم و يزرع كشاهد نفس الأصناف المعتمدة.

تحلل النتائج إحصائياً و يحدد الأصناف المتفوقة (صنف أو أكثر) و يطرح للاعتماد كصنف جديد، يعطى له اسم جديد و هوية توضح صفاته و خصائصه.

طريقة الانتخاب: Selection method

يستخدم الانتخاب الفردي بشكل أساسي في الحصول على أصناف أو سلالات جديدة من فول الصويا. الانتخاب الفردي يطبق في حالتين أساسيتين الأولى: عندما يكون لدينا مجتمع أو عشيرة مكونة من عدد كبير من التراكيب الوراثية

المختلفة عن بعضها بعامل وراثي واحد أو أكثر و ينعكس هذا الاختلاف على شكل طراز مظهري Phenotype أو على شكل صفة فيزيولوجية أو بيولوجية ، مما يسهل التعرف على التركيب الوراثي الذي يحمل الصفة أو الخاصية و بالتالي انتخاب هذا التركيب أو الطراز الوراثي و يخضع هذا الطراز الوراثي المنتخب إلى اختبارات الكفاءة الإنتاجية و دراسة الصفات و الخواص الشكلية و الفينولوجية و الفيزيولوجية وفق الطريقة المعتمدة في تربية المحاصيل الحقلية ذاتية الإخصاب.

تتبع طريقة نبات / خط Row/Plant في دراسة النباتات المنتخبة أفرادياً ثم يتابع في دراستها وفق الطرق المشار إليها في الفصول السابقة .

الحالة الثانية: هو البدء بتطبيق الانتخاب الفردي للنباتات بدءاً من الجيل الهجين الثاني F2 الناتج عن برامج التربية بالتهجين. و في هذه الطريقة تطبق طريقة النسب pedigree و طريقة نبات / خط في دراسة و تقويم الطرز المنتخبة حتى تصل إلى الجيل السادس F6 أو الجيل السابع F7 ، إذ تقترب الطرز المنتخبة من درجة الأصالة الوراثية بنسبة عالية (أكثر من 98%) و بنتيجة تطبيق طريقة الانتخاب الفردي للنباتات هذه نحصل في النهاية على سلالات Lines لها صفاتها و خواصها المميزة.

طريقة التهجين: Hybridization method

تعد طريقة التهجين من أكثر الطرق استخداماً في تربية محصول فول الصويا. يتم اختيار الآباء الداخلة في برامج التهجين بعد دراسة خصائص هذه الآباء و التحقق من وجود الصفات المرغوبة المراد نقلها أو الحصول عليها في النسل.

يتم تنفيذ برامج التهجين باتباع الطريقة الملائمة وفق المادة الأولية التي سوف يتم العمل عليها. وعموماً فإن التهجين القريب (التهجين بين أصناف النوع الواحد) هو الأكثر استخداماً في تطوير و استنباط أصناف جديدة في فول الصويا. يفضل أغلب الباحثين انتقاء الآباء الداخلة في التهجين اعتماداً على التباعد البيئي و الجغرافي و على التباعد في صفاتها و خواصها حيث يتم الحصول على نتائج جيدة تتمثل في

الحصول على طرز جيدة (صنف) يحمل الصفات الاقتصادية الممتازة مثل الإنتاجية العالية و النوعية الجيدة، أو الإنتاجية الجيدة و النوعية العالية ، و مقاومة الأمراض و الحشرات.

يتم في بعض الحالات استخدام طريقة التهجين البعيد (بين أنواع مختلفة تابعة لجنس واحد). و على الرغم من وجود العديد من الصعوبات التي تعترض تنفيذ هذا النوع من التهجين و أهمها مشاكل الخصوبة و العقم، إلا أنه يتم تحقيق بعض النجاحات في العديد من الحالات، تمثلت في نقل صفة المقاومة لمرض أو آفة محددة، من طراز وراثي بري أو أولي إلى الأصناف التجارية، أو تحسين بعض الصفات التكنولوجية أو النوعية، مثل الحصول على أصناف جديدة ذات محتوى عال من المواد البروتينية و المواد الدسمة.

هذه النتائج تم الحصول عليها لظهور حالات الانعزال المتجاوز الحدود أو الحصول على ظاهرة قوة الهجن في بعض الحالات.

طريقة الطفرات Mutation method:

من الطرق المتبعة على نطاق واسع في تربية محصول فول الصويا، و قد تم الحصول على العديد من الأصناف الطافرة بهذه الطريقة، إذ غالباً ما يتم تحسين صفة نوعية أو صفة مقاومة الرقاد أو مقاومة تشقق القرون أو تحسين صفة الباكورية أو مقاومة مسبب مرضي ما.

للحصول على التباينات الوراثية يتم تعريض البذور أو معاملتها بالأشعة أو بمواد كيميائية وذلك بعد تحديد الجرعة المثالية من المادة المطفرة. و قد تم الحصول على أشكال طافرة متباينة في مواصفاتها و خواصها و التي تشمل أعضاء النبات المختلفة إضافة إلى تغيرات شكلية و فينولوجية. و في برنامج استخدمت فيه أشعة غاما كمادة مطفرة على بذور صنفين من فول الصويا. تم الحصول على العديد من الطفرات الاقتصادية مثل الباكورية في النضج (بحدود 60-70 يوما) أو الإنتاجية العالية و بزيادة تجاوزت 100% الصنف الأصلي في بعض الحالات و طفرات تجمع

صفة الإنتاجية الجيدة و صفة الباكورية في النضج. و طفرات تجمع بين صفة الغلة الجيدة و محتواها المرتفع من البروتين أو الزيت (معلا، مير علي 1992، مير علي ، معلا 1997) . و يشير (Mike et al:1987) أنه تم الحصول على 22 صنفاً من فول الصويا بطريقة الطفرات التي تتميز بشكل أساسي في سرعة الحصول على الصنف الجيد و اختصار زمن برنامج التربية بحدود 3-5 سنوات مقارنة مع طريقة أخرى من التربية، و الذي ينعكس في خفض تكلفة استنباط الصنف الجديد.

الفصل التاسع

عباد الشمس *Helianthus annuus*

العائلة المركبة *Asteraceae = Compositae*

النشأة الوراثية و التقسيم النباتي:

يزرع عباد الشمس أساساً للحصول على بذوره لاستخراج الزيت حيث تصل نسبة الزيت في البذور 55-65% من وزن اللب، و يستعمل الزيت في غذاء الإنسان لأن نسبة حمض الأوليك منخفضة و نسبة حمض اللينوليك مرتفعة و يحضر من زيتة السمن النباتي المرجرين و بعض المأكولات الأخرى، كما يدخل في صناعة الصابون و الدهانات و غيرها من فروع الصناعة. و البذور غنية بالبروتينات و تتراوح نسبة البروتين في البذور بين 10-25 % و بعض الفيتامينات (A,D,E,K) و تقدم كسبة بذرة عباد الشمس كعلف مركز للحيوانات لاحتوائها على المواد الغذائية و كذلك يقدم كعلف أخضر أو في السيلاج لتقديمه للحيوانات.

كما يستعمل بذور عباد الشمس في التسلية بعد التخميص و التمليح، و نبات عباد الشمس من المحاصيل التي تحافظ على خصوبة التربة، نظراً لعملياته الجيدة. ينتمي عباد الشمس *Helianthus* إلى الفصيلة المركبة Asteraceae (Compositae)، ويضم هذا الجنس حوالي 70 نوعاً (Heiser et al., 1969, 1976). يشكل عباد الشمس *Helianthus annuus* و 13 نوعاً آخر القسم *Annui*. ويتضمن هذا القسم أنواعاً ذات جذور وتدنية، وأغلبها حولي ينحصر وجوده في الجزء الغربي من الولايات المتحدة، كل منها ثنائي الصيغة الصبغية ($x = 17, 2n = 34$). إن أكثر الأنواع تقارباً مع عباد الشمس، هو النوع *H. argophyllus*، وموطنه تكساس. ويقود التهجين بين النوعين السابقين إلى إعطاء هجن تبدي انخفاضاً معتدلاً بخصوبتها. ويمكن إنقاذ الهجن الناتجة عن تهجين عباد الشمس *Helianthus annuus* مع أغلب الأنواع الأخرى الحولية، ولكن حيويتها تنخفض بشدة. وبالإضافة إلى الطرز وحيدة الرأس (النورة) المستزرعة، فإن عباد الشمس *Helianthus annuus* يمتلك سلالات عشبية وبرية، تنتشر في غرب ووسط أمريكا الشمالية، إضافة إلى الأشكال العطرية. وتتميز نباتات الأشكال البرية والعشبية بتفرعها الكثير، وتحمل رؤوساً كثيرة صغيرة الحجم مقارنة مع عباد الشمس المزروع.

وينتمي النوع أرضي شوكي القدس *H. tuberosus* في القسم *Divaricati*. ويضم هذا القسم 30 نوعاً، جميعها معمرة، وتتركز في شرق ووسط الولايات المتحدة، وتتضمن أنواعاً ثنائية الصيغة الصبغية، وأخرى رباعية، وسداسية. *H. tuberosus* نوع سداسي الصيغة الصبغية، وهو كنوع بري، منتشر في في النصف الشرقي من الولايات المتحدة. وتختلف بعض الأشكال البرية قليلاً عن الشكل المزروع باستثناء درناته الصغيرة. ولقد تم إنقاذ هجن خصبة بين *H. tuberosus* وعدة أنواع أخرى سداسية التضاعف الصبغي، كما تم إنقاذ هجن ذات خصوبة ضعيفة عند التهجين مع الأنواع رباعية التضاعف، وحتى الآن، كان من المستحيل الحصول على أي هجين بين الأنواع الثنائية التضاعف الصبغي المعمرة ضمن النوع

H. tuberosus. ومع ذلك تم إنفاذ هجن بين النوعين *H. tuberosus* و *H. annuus* بدرجات مختلفة من الخصوبة . ويبدو أن ظاهرة عدم التوافق الذاتي *Self-incompatibility*، تنتشر بشدة في جنس *Helianthus*. وحتى الآن، كما هو معروف، تظهر حالة التوافق الذاتي *Self-compatibility* فقط في النوع *H. agrestis*، وبعض سلالات النوع *H. argophyllus*، وبعض أصناف عباد الشمس المزروع *H. annuus*. أصبح مؤكداً أن أصل عباد الشمس هو الجزء الغربي لأمريكا الشمالية حيث استخدمه السكان الأصليون في صناعة الخبز و استخراج الصبغات و المراهم بعد ذلك انتقل عباد الشمس مع الأسبان إلى أوروبا و روسيا كنباتات زينة، وبفضل عملية الانتخاب المستمر على عباد الشمس نتجت الأصناف الزيتية، و ذات الأقراص الكبيرة المنتجة للبذور المستخدمة في التخميص، و قد أدت طبيعة التلقيح الخلطي، و حدوث الطفرات الطبيعية بكثرة دوراً كبيراً في نشوء التنوع الضخم في الطرز و الأشكال الجديدة، كما ساعد العزل المكاني في الحفاظ على الطرز التي تحمل صفات متحبة مرغوبة، أمكن تثبيتها بفعل الانتخاب المتواصل.

توجد تباينات مظهرية كبيرة في الصفات و الخواص المميزة لنباتات عباد الشمس و يتراوح طول البذرة من (6-25) مم و عرضها من (3-13) مم. أما قطر القرص فيتراوح بين (50-6) سم، و كذلك عدد أزهار النورة من (8000-100) زهرة، و عدد الأوراق عند النباتات غير المتفرعة من (70-8) ورقة، و طول نصل الورقة من (50-8) سم، و قطر الساق من (9-1.5) سم و عدد الفروع من (0-35) فرعاً، و طول الفرع من (125-5) سم و طول النباتات من (400-50) سم، و كذلك تتفاوت مدة النمو كثيراً بحسب الأصناف من (65-165) يوماً.

أهداف التربية:

1- التربية لزيادة الإنتاجية:

تأتي في مقدمة الأهداف التي يسعى مربو النبات لتحقيقها، ترتبط إنتاجية البذور في النبات الواحد إيجاباً بعدد البذور في القرص، و بوزن البذرة الواحدة ، و إن أكثر النباتات إنتاجاً تلك التي تملك ساقاً واحدة غير متفرعة، و قرصاً واحداً متطوراً بشكل طبيعي، و إن أفضل الأقراص إنتاجية تلك التي تأخذ شكلاً محدباً قليلاً و يعود السبب في ذلك إلى احتوائها على عدد أكبر من البذور، و سهولة جفافها قبل سقوط المطر. ترتبط إنتاجية البذور في عباد الشمس أيضاً بكثافة توزيع البذور في القرص، و غياب البذور الفارغة، و من هنا تبرز أهمية الألف بذرة كعنصر أساسي في إنتاجية البذور، و قد ثبت وجود فروق كبيرة بهذه الصفة بين الأصناف، و ضمن الصنف الواحد، و هذا يدل على إمكانية زيادة هذه الصفة بطريقة الانتخاب، و يمكن الحصول على نتائج إيجابية في زيادة إنتاجية البذور، إذا لم تترافق زيادة وزن الألف بذرة بانخفاض عدد البذور في القرص.

و من المؤشرات الهامة في إنتاجية عباد الشمس نسبة اللب إلى القشرة، ذلك لأن كمية الزيت تتعلق بدرجة كبيرة، بوزن اللب أكثر من وزن البذرة كاملاً، و قد لوحظ أن كمية الزيت تزداد بنسبة 6-7% مع زيادة نسبة اللب إلى القشرة بمعدل 10% ، و من الجدير بالذكر أن هذه الخاصية ضعيفة التأثير بالظروف البيئية المتغيرة، و تتعلق كثيراً بالعوامل الوراثية مقارنةً بإنتاجية البذور. و لذا فإن التربية قادرة على تخفيض نسبة القشور إلى اللب، و قد استطاع مربو النبات خلال نصف قرن خفض هذه النسبة إلى النصف تقريباً، إذ تبلغ في الأصناف الحديثة (20-25%)، و يجري العديد من الأبحاث لخفضها أكثر من ذلك، و تجدر الإشارة إلى أن وظيفة القشور تكمن في حماية اللب من تأثير الظروف المناخية غير الملائمة ، و من الحشرات، و الأمراض، و الأضرار الميكانيكية، لذلك يجب أن ترافق انخفاض نسبة القشور إلى اللب زيادة في صلابة القشور، و ذلك بإجراء انتخاب لمتانة الأغلفة و قساوتها، و التطور الجيد للطبقة الدرعية.

يجري تقييم مبدئي للنباتات بصفة نسبة القشور إلى اللب في الحقل، حيث يؤخذ من كل قرص (3-4) بذور، ثم تفتح، و تقدر سماكتها بالنظر. أما في المختبر فتحدد هذه

النسبة بأخذ عينة من البذور من كل قرص بمعدل (2-5) غ، ثم يفصل اللب عن القشور، و يوزن كل منهما، و بعد ذلك تحسب نسبة القشور إلى اللب.

2- التربية لتحسين نسبة الزيت في البذور:

إن تحسين نسبة الزيت في البذور لا تقل أهمية عن إنتاجية البذور، لأن محصول الزيت المستخرج يتعلق بنسبة الزيت في البذور ، و بكمية البذور الناتجة من وحدة المساحة، و قد وجد أن زيادة نسبة الزيت في البذور بمقدار 1% ، تزيد محصول الزيت المستخرج بمعدل 2%.
تؤثر الظروف البيئية، و عمليات الخدمة الزراعية، و طرق الزراعة في نسبة الزيت، و لقد أدت طريقة التقدير الإجمالي لنسبة الزيت في المادة الجافة في البذرة دوراً هاماً، في نجاح العمل التربوي، في مجال زيادة نسبة الزيت في الأصناف الجديدة لعباد الشمس.

إلى جانب رفع نسبة الزيت في المادة الجافة لبذور عباد الشمس، يولي مربو النبات أهمية كبيرة لتحسين نوعية الزيت، و ذلك باستتباط أصناف و هجن تملك نسباً نموذجية للأحماض الدهنية، حيث تختلف هذه النسب باختلاف طبيعة استخدام الزيت (تغذية - أهداف صناعية)، كما يؤخذ بعين الاعتبار إمكانية إطالة مدة تخزين الزيت المستخرج ، و التي تتأثر بوجود مثبطات حيوية (أكسدة- تزنج الزيت).

3- التربية لرفع نسبة البروتين:

تتراوح نسبة البروتين بين (9-23%)، كما تتفاوت أيضاً في نوعية الأحماض الأمينية الداخلة في تكوين البروتين و تتجه الأنظار - حالياً - إلى تحسين نوعية البروتين في اتجاهين: الأول : رفع نسبة البروتين الكلي في المادة الجافة للبذور، و الثاني: زيادة نسبة الأحماض الأمينية الأساسية (التربتوفان، الميثونين، برولين).

4- التربية لتقصير فترة النمو الخضري (الباكورية):

تتفاوت الأشكال و الأصناف المزروعة - كثيراً - في طول فترة النمو حيث تتراوح بين (60-160) يوماً و تقسم أصناف عباد الشمس، تبعاً لطول فترة نموها إلى ما يلي: مبكرة النضج جداً (60-69) يوماً، و مبكرة النضج (70-79) يوماً، و متوسطة التبكير (80-89) يوماً، و متوسطة التأخير في النضج (90-99) يوماً، و متأخرة (100-109) أيام، و متأخرة جداً (110) أيام فأكثر.

تتفوق عادة الأصناف المتوسطة و المتأخرة بإنتاجية البذور، و كذلك بمحصول الزيت من الهكتار الواحد، على الأصناف المبكرة جداً، و المبكرة و ذلك عند زراعة عباد الشمس في المناطق التي تؤمن الظروف الطبيعية فيها فترة نمو أطول، للوصول إلى نضج البذور، في أصناف عباد الشمس المختلفة.

5- التربية لمقاومة الأمراض و الحشرات:

من أهم الآفات التي تصيب محصول عباد الشمس:

آ- الهالوك *Orobanche cumona* : يضم عدداً كبيراً من السلالات، إذ تتمتع بقدرات مختلفة على الإصابة، و يجب الاستمرار في مراقبة التغيرات الجديدة في تراكيب سلالات الهالوك، و إيلاؤها أهمية بالغة أثناء العمل التربوي، و تستخدم الأشكال العائدة للنوع *H.cultus* و المقاومة للهالوك، كمادة أولية لاستنباط أصناف جديدة تتمتع بصفة المقاومة. يجري تقييم مقاومة عباد الشمس للهالوك في جميع مشاتل التربية و إنتاج البذور، حيث تستخدم طرق زراعة خاصة في حقول تنتشر فيها سلالات مختلفة من الهالوك، مأخوذة من مناطق زراعة عباد الشمس. و لتقدير نسبة إصابة النباتات بالهالوك يحسب عدد النباتات المريضة، إلى عدد النباتات المدروسة، و يعبر عن ذلك بنسبة مئوية، و في الوقت نفسه تتحدد درجة الإصابة بحساب العدد المتوسط للحوامل الزهرية لنبات الهالوك النامية على نبات واحد مصاب من عباد الشمس، و على (100) نبات.

بـ صدأ عباد الشمس *Puccinia helianthi*: ينتشر هذا المرض في أمكنة زراعة عباد الشمس، وخاصة، الأماكن الرطبة و في المواسم الممطرة بكثرة . تصاب جميع أشكال و أصناف عباد الشمس المزروع بالصدأ، و لا يمكن الاعتماد على الأصول الوراثية التابعة للنوع *H.cultus* في تحسين صفة المقاومة لمرض الصدأ، لذلك كان من الضروري اللجوء إلى تهجين النوع المزروع مع الأنواع البرية (تهجين بعيد)، من أجل إقامة أصناف تكون لديها مناعة أو مقاومة لهذا المرض.

جـ - العفن الرطب *Sclerotinia libertiana*: تصاب به نباتات عباد الشمس كثيراً، و بصورة خاصة، في المناطق الزراعية الأكثر رطوبة، تموت النباتات المصابة بهذا المرض تماماً، و بينت الأبحاث أن جميع الأصناف الزيتية تصاب بالعفن الرطب، و يعتبر التهجين البعيد، باستخدام الأشكال البرية، من جنس *Helianthus* الأسلوب المناسب في التربية لمقاومة هذا المرض.

د - عثة بذور عباد الشمس *Homoeosoma nebulilla*: تعد واحدة من أخطر الآفات التي تصيب عباد الشمس، تقوم يرقات هذه الحشرة بقضم الأغلفة الثمرية، و من ثم التغذية على اللب، و تتمثل الطريقة الوحيدة لمقاومة عثة بذور عباد الشمس بإقامة أصناف تملك بذورها أغلفة ثمرية تحتوي على طبقة درعية.

تتصف الغالبية العظمى من الأصناف الحديثة المعتمدة بوجود الطبقة الدرقية في الأغلفة الثمرية، غير أنه أثناء إكثار أصناف عباد الشمس، يحدث انعزال للأشكال التي لا تملك أغلفتها الثمرية هذه الطبقة، لذلك نجد من الأهمية أثناء التربية أو إكثار البذار، العمل على التأكد من وجود الطبقة الدرقية أو غيابها و بصورة خاصة، عندما تنخفض نسبة القشور إلى اللب، و هناك إمكانية كبيرة إقامة أصناف ذات طبقة درعية متطورة في أغلفة الثمار الرقيقة.

و بشكل عام عند الإصابة بالأمراض و الحشرات لا تنخفض الإنتاجية بشكل كبير فقط، و لكن تسوء نوعية البذور و تنخفض نسبة الإنبات الحقلي، و وزن

الحبوب و نسبة الزيت، و يرتفع الرقم الحمضي للزيت مما يؤدي إلى انخفاض القيمة الغذائية للبذور.

6- التربية لاستنباط أصناف ذات ساق قصيرة ملائمة للمكننة الزراعية:

تتيح الأصناف القصيرة الساق زيادة عدد النباتات المزروعة في وحدة المساحة، و هذا يعطي إمكانية استخدام طريقة الزراعة الكثيفة في المناطق المروية، و الاستفادة من الأسمدة المضافة، و بالتالي الحصول على إنتاج أعلى من البذور. تتصف أصناف عباد الشمس الملائمة للجني الآلي ببعض الصفات، منها تجانس نباتات الصنف الواحد بالطول، و يفضل أن يكون طولها (80-120) سم مع انحناء في القسم العلوي من الساق، غير أن الانحناء الشديد يسبب فقداً في البذور أثناء الجني الآلي، كما يجب أن تتوضع البذور بمتانة الى جانب بعضها البعض في القرص، كي لا تنتثر في مرحلة النضج، و أن تكون البذور متجانسة الحجم، و أن تصل جميع الأقراص إلى مرحلة النضج في وقت واحد، و أن تجف بسرعة، و يكون من السهل انفراط البذور من القرص أثناء الجني الآلي.

توجد أهداف ومهام تربية أخرى لا تقل أهمية عن المهام السابقة، مثل مقاومة الحرارة المنخفضة، و مقاومة الجفاف، و تحسين كثافة البذور، و صلاحية الأزهار لتربية النحل.

طرق التربية:

مصدر المادة الأولية:

تستخدم - غالباً - الأصناف الحديثة لعباد الشمس التي تتميز بإنتاجيتها العالية من البذور، و بنسبة مرتفعة من الزيت، و ضخامة البذور، و رقة القشور و مقاومة العثة و بعض سلالات الهالوك، و صفات أخرى هامة كمصادر هامة للمادة الأولية. كما يستفاد من الأصناف ذات مواعيد النضج المختلفة في استنباط أصناف

جديدة، تلائم مناطق زراعة عباد الشمس في العالم كافة. و تدخل أصناف عباد الشمس في تهجينات مختلفة للحصول على الهجن الصنفية (الزوجية و المتعددة) ، و إن التهجينات الصنفية و بشكل خاص، عند مشاركة الأصناف التي تختلف بعضها عن بعض بالصفات و الخواص الهامة تعزز التنوع الوراثي و توسعه، و تزيد من إمكانية الانتخاب من العشيرة الهجينة. و بهدف إقامة مصدر للمادة الأولية الجيدة، تستخدم و بشكل مناسب طرق خاصة تساعد في الكشف عن الخواص التوريثية للنباتات، فعندما يراد- مثلاً- انتخاب النباتات المقاومة للهالوك تزرع العشيرة الأولية في حقل موبوء بشدة بالهالوك، و خلال ذلك يزداد احتمال انتخاب التراكيب الوراثية المقاومة، بناءً على المظهر الخارجي لنباتات عباد الشمس السليمة، و عند تربية عباد الشمس لصفة الباكوية، تعزل النباتات المنتخبة بهذه الصفة قبيل الأزهار، ثم يجرى التلقيح المتبادل بينها.

و فيما يلي أهم الطرق المتبعة عند تحسين محصول عباد الشمس:

1- طريقة الانتخاب الفردي المتكرر (طريقة بوستافويت Postovoit method) أو الاحتياطي:

يتضمن العمل بهذه الطريقة أربع مراحل أساسية كما في الشكل

1- مشتل اختبار النسل للسنة الأولى.

2- مشتل اختبار النسل للسنة الثانية.

3- مشتل التلقيح الخلطي الموجه.

4- حقل اختبار الأصناف الأولى (المقارنة)

تنتخب النباتات الأولية بأعداد كبيرة (10-12) ألف نبات من الأصناف المحلية، أو أي شكل من أشكال المادة التربوية، و ذلك في مرحلة النضج الفسيولوجي، عندما تظهر جميع الصفات بصورة جيدة. و من الصفات الأساسية التي تعتمد في الانتخاب: الساق المنتصب، و طول النبات المطلوب، و القرص الكبير و الجيد الامتلاء و المحذب قليلاً، و توضع البذور في القرص باكتظاظ و البذور الكبيرة الممتلئة، و القشور الرقيقة و المدرعة (القاسية) التي تأخذ اللون

المطلوب، و خلو النباتات و البذور من الإصابات الحشرية و الأمراض الفطرية والهلوك، و مرحلة النمو المناسبة للمهمة التربوية.

تجمع البذور من النباتات المنتخبة بشكل منفرد و تحدد المواصفات والصفات التالية في المختبر: الوزن الكلي للبذور من كل نبات، و حجم البذور و امتلاؤها، و نسبة القشور إلى اللب، و بناءً على نتائج هذه الاختبارات يجرى الاستبعاد الأول، أما بالنسبة لبذور النباتات الملبية لمهام التربية في صفة واحدة وهي نسبة القشور إلى اللب، فيمكن تحديد نسبة الدهون في المادة الجافة بطريقة العالم روشكوفيسكي Rushcovesky . و بنتيجة التقييم الحقلي و المخبري، يؤخذ تقريباً (1000 قرص من أفضل النباتات، من أجل متابعة العمل التربوي التالي الذي يبدأ بزراعة مشتل اختبار السنة الأولى، حيث تزرع حوالي (200) بذرة من كل قرص منتخب، و البذور المتبقية تحفظ في مغلفات مستقلة كبذور احتياط من أجل الزراعة في العام التالي. تجرى في هذا المشتل دراسة التراكيب الوراثية في قطع تجريبية صغيرة، و تزرع البذور بالمسافة المعتادة بالنسبة لمساحة التغذية المناسبة لمنطقة الزراعة ، و كما هو متبع ، يزرع في كل قطعة تجريبية (24-26) نباتاً و بمكررين، و بعد كل (4-2) تراكيب يزرع الشاهد (بذور سوبر إيليت للأصناف المعتمدة)، و في الوقت نفسه تزرع بذور كل تركيب في مشتل خاص للعدوى الصناعية، من أجل اختبار المقاومة للهلوك و الأمراض الفطرية.

تقيم جميع التراكيب بالصفات الأساسية: فترة النمو و مراحلها المستقلة ثبات المقاومة تحت تأثير ظروف الوسط المحيط غير الملائمة (تدرس بالعين المجردة)، و تجانس النباتات في الدخول في مراحل النمو و التطور، و طول النبات و حجم القرص و شكله و تحدبه، و انحناء الساق، و مقاومة الهلوك و الأمراض الفطرية و الحشرات، و إنتاجية البذور، و نسبة القشور إلى اللب و محتوى الدهون في اللب. و على أساس التقييم المتكامل ينتقى (150-200) تركيب من أفضل التراكيب، لتزرع في مشتل دراسة النسل للسنة الثانية مستخدمين من أجل ذلك، حوالي (200)

بذرة من بذور الاحتياط للزراعة. إن اختبار التراكيب الوراثية في هذا المشتل ينفذ بالطريقة نفسها المتبعة في السنة الماضية.

و بنتيجة تقييم سنتين متتاليتين للمادة التربوية، تنتقى أفضل العائلات التي ستدخل في مشتل التلقيح الخلطي الموجه، و هو من أهم حلقات العمل التربوي، و هنا تتشكل أصناف جديدة، على أساس التلقيح المتبادل للنباتات الأفضل.

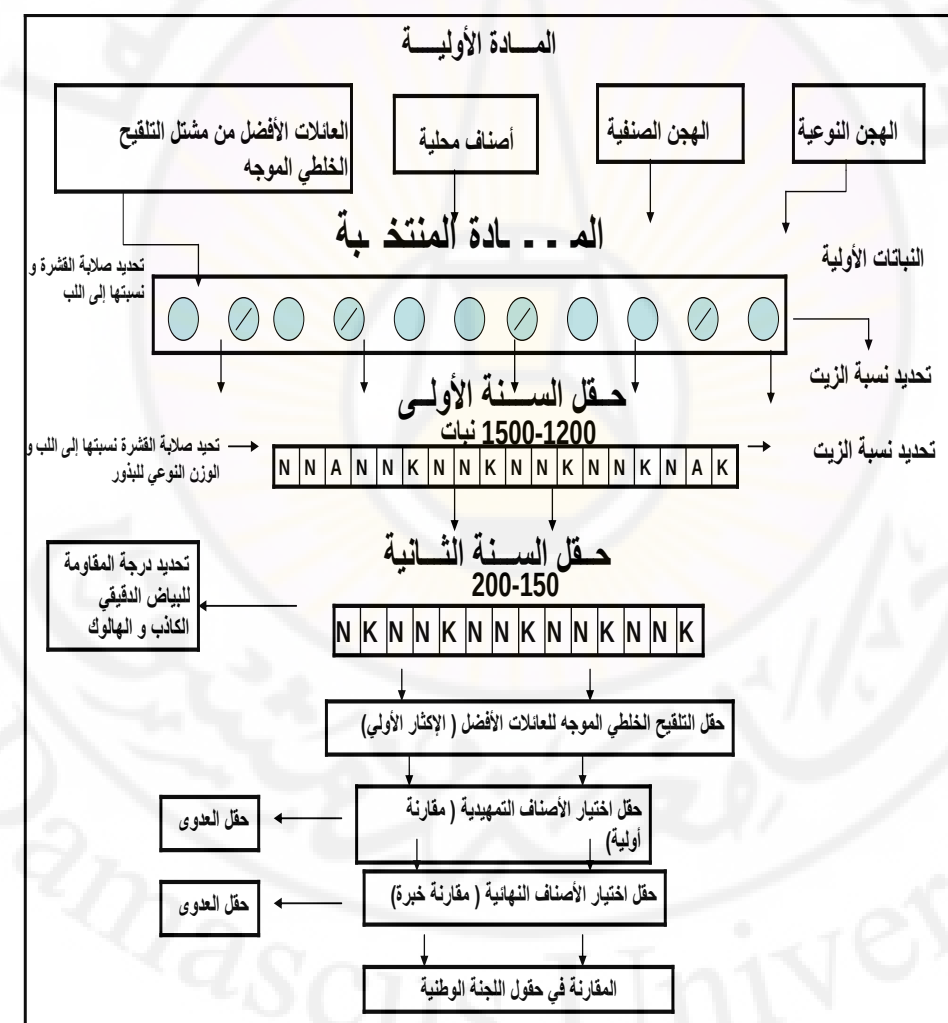
تخصص -عادةً- عدة مشاتل لإجراء التلقيح الخلطي الموجه، المتكامل بالاتجاهات التربوية، و بالصفات الرئيسية للانتخاب: فترة النمو، و طول الساق، و التركيب الكيميائي للبذور ... الخ.

تزرع في كل مشتل عدة عشرات من العائلات، و من الأهمية القيام بالتوزيع الصحيح للعائلات، و فق نسب معينة بجانب بعضها البعض، و لا سيما أن الاحتمال الأكبر لحدوث التلقيح الخلطي المتبادل، يكمن في توضع النباتات المنتخبة بالقرب من بعضها البعض. تزرع العائلات بالبذور الأصلية (من الكيس الاحتياطي) بمساحة تغذية (70×70)سم، حيث تزرع في حقول منعزلة بمسافات كافية. خلال فترة النمو، و بصورة خاصة، قبل الإزهار، تستبعد بشدة النباتات ذات الصفات و الخصائص غير المرغوبة، و بفضل ذلك يتحقق التلقيح الخلطي المتبادل للنباتات الأفضل.

يجرى انتخاب فردي ضمن كل عائلة، و بعد التحليل المختبري لمجموعة الصفات على بذور النباتات الأفضل داخل العائلة الواحدة أو عدة عائلات، تدمج البذور لتستخدم في الزراعة في حقول اختبار الأصناف التمهيدي، و من ثم حقول اختبار الأصناف المقارنة (النهائي).

في السنة الأولى لاختيار الأصناف المقارنة، يبدأ إكثار (إنتاج البذور) الصنف الجديد، و من أجل ذلك تزرع البذور الأصلية (من مشتل التلقيح الخلطي الموجه) في حقل منعزل، ثم يجرى (في الحقل و المختبر) انتخاب فردي مكرر للنباتات الأفضل، و بصورة مشابهة لانتخاب النباتات من أجل تحسينها. في العام التالي يزرع قسم من بذور كل نبات منتخب، في مشتل تقييم النسل، في قطعة تجريبية صغيرة

نسبياً، وتدرس بطريقة مماثلة لما هو عليه في مشتل التربية للسنة الأولى و بنتيجة هذا الاختبار ، تنتقى التراكيب الأفضل ، ثم تدمج بذورها الأصلية و تزرع في العام التالي في قطعة معزولة من أجل الحصول على بذور السوبر إيليت. و تنفذ على هذه البذور اختبارات الأصناف من قبل اللجنة الوطنية لاعتماد الأصناف، و بعدها الاختبارات الإنتاجية، و في العام الذي يسبق توزيع الصنف الجديد، يبدأ الإكثار المنظم لبذوره، و ذلك بمساحات أكبر من السابق.(الشكل، 20)



الشكل (20) مخطط تربية عباد الشمس بحسب طريقة بوستافويت

(POstovoit method)

التهجين البعيد (بين الأنواع):

يوجد في الطبيعة العديد من الأنواع البرية لعباد الشمس، التي تملك مناعة ضد الإصابة بالأمراض الفطرية، و من هذه الأنواع *H.rigidus* , *H. tuberosus*, *H.maximiliani* و هذا ما حمل مربّي النبات على الاهتمام بالتهجين البعيد بين الأنواع بهدف إقامة أصناف من عباد الشمس، تقترب فيها مناعة أو مقاومة متكاملة للأمراض الفطرية الأساسية ، و عثة عباد الشمس و تتمتع أيضاً بإنتاجية عالية من الزيت و صفات و خواص اقتصادية هامة.

تقام التهجينات بين أنواع عباد الشمس على أساس التصلبات الرجعية (المشعبة) حيث تستخدم الأنواع البرية كأشكال أمية. تلقح النورات التي تكون مغطاة بعازل قبل تفتح الأزهار عدة مرات، بحبوب لقاح من عباد الشمس المزروع. تنتج من هذه التصلبات كمية قليلة جداً من البذور، لذلك ينبغي أن يكون عدد النباتات المتصالبة كبيراً جداً.

تنتقل إلى هجن الجيل الأول، كما هو معروف، جميع صفات الأشكال البرية تقريباً، و بصورة خاصة، المناعة أو المقاومة للأمراض الفطرية، تفرع الساق و النورات الصغيرة الخ، إلى جانب ذلك، يلاحظ تنوع كبير في الصفات المورفولوجية - الفسيولوجية. في F1 تنتخب النباتات التي تميل، بقدر ما، نحو جهة شكل الأب المذكر، ثم يكرر تلقيحها بحبوب لقاح من الصنف السابق، أو من صنف مزروع آخر. تصبح الهجن النوعية في الجيل الثاني من التصلبات الرجعية مقاومة للأمراض، و لكنها تقترب أكثر نحو عباد الشمس المزروع.

يتصف الجيل الثالث الناتج بعد تهجينين رجعيين، كما هو معروف، بأنه خصب، و غير متفرع و ذو قرص زهري كبير إلى حد ما، و لكن مع جميع هذه الخواص الإيجابية تفقد المناعة أو المقاومة جزئياً، و تظهر النباتات المصابة

بالحالوك و العفن الرطب و أمراض أخرى، لذلك من الجيل الثالث إلى الرابع يجري انتخاب للنباتات المقاومة القريبة من الطراز المزروع، و تلقح خلطياً فيما بينها في حدود العائلات المستقلة. يمكن وصول الهجن النوعية إلى الثباتية النسبية بمقاومة مرض الحالوك ، و العفن الرطب ، و أمراض أخرى في الجيل الثامن – التاسع .

و نشير هنا إلى أن اشتراك النباتات البرية في التهجينات النوعية ينعكس سلباً على الإنتاجية و بشكل خاص على نسبة الزيت في النباتات المقاومة. من أجل تحسين الهجن الناتجة بهذه الصفة، ابتكر حديثاً العالم الروسي بوستافويت طريقة الانتخاب الاحتياطي السابق شرحها.

2- التهجين بين السلالات:

بغية استخدام قوة الهجن في تربية عباد الشمس، تم في كثير من المؤسسات العلمية إدراج طرق استنباط هجن ذات قوة هجين Heterosis، على أساس استخدام العقم الذكري.

يلاحظ وجود شكلين من العقم الذكري في عباد الشمس: العقم الذكري النووي أو الوراثي (GMS)، و العقم الذكري السيتوبلازمي (CMS). و فيما يلي الخطوط العريضة لطريقة التهجين بين السلالات:

1- إقامة السلالات ذاتية التلقيح، و دراسة تفاعلها مع صفة العقم الذكري السيتوبلازمي.

2- دراسة القدرة على الائتلاف لهذه السلالات.

3- الحصول على الهجن و اختبارها.

4- الحصول على السلالات العقيمة النظيرة (و هي الأشكال الأمية للهجن ذات قوة الهجن العالية).

5- استنباط مرجعات الخصوبة.

يسير العمل في هذه المراحل في وقت واحد في كثير من الأحيان، كما هو الحال عند استنباط السلالات ذاتية التلقيح، يدرس تفاعلها لصفة العقم الذكري السيتوبلازمي و القدرة على الائتلاف، و أثناء ذلك تتكشف التراكيب التي تتمتع بقوة الهجين

العالية. عند تربية السلالات ذاتية التلقيح تستخدم، كمادة أولية، أفضل الأصناف الوطنية المعتمدة، و الأصناف المحلية الجيدة، أو الجيل الأول الناتج من تهجين السلالات، أو هجن الأصناف أو طرز المجموعات ذات الحد الأدنى من الخواص السلبية.

يتم الحصول على السلالات ذاتية التلقيح بطريقة التربية الذاتية المتتالية، ففي السنة الأولى تلقح ذاتياً (1000-2000) نبات، و في الوقت نفسه، بدءاً من جيل التلقيح الذاتي الثالث - الرابع تنتقل حبوب اللقاح من السلالة ذاتية التلقيح إلى (2-3) نباتات تحمل عقماً ذكراً سيتوبلازمياً، و تظهر ردة الفعل على (CMS) في العام التالي.

تبدأ دراسة القدرة العامة على الائتلاف للسلالات ذاتية التلقيح، من الجيل الثالث - الرابع من التربية الذاتية، عن طريق إجراء التصلبات الاختيارية بأسلوبين مختلفين: أما بواسطة التهجين القمي، و إما بالتهجينات المتعددة. في التهجين القمي، تهجن كل سلالة يراد اختبارها مع صنف اختباري Tester أو اثنين، حيث يخصص لكل صنف اختباري قطعة أرض معزولة من الحقل.

تستخدم كصنف اختباري: السلالات، أو الهجن البسيطة، أو الأصناف التي تملك قيمة متوسطة أو عالية من القدرة العامة على الائتلاف. و يفضل استخدام الأصناف Tester لأنها تسمح بالحصول على تقييم موثوق للقدرة العامة على الائتلاف، و كذلك الكشف عن الهجن ذات قوة الهجين العالية.

و لدراسة القدرة العامة على الائتلاف بطريقة التهجينات المتعددة، تزرع السلالات المختبرة في قطعة أرض واحدة معزولة (مشتل التهجينات المتعددة) حتى تتوفر الإمكانية القصوى لحدوث تلقيح أزهار كل سلالة، بخليط من حبوب لقاح جميع السلالات الأخرى.

أما القدرة الخاصة على الائتلاف، فتدرس بطريقة التصلبات الزوجية المتكررة (تهجينات ثنائية الأليل) لعدد قليل من السلالات الأفضل بالقدرة العامة على الائتلاف. تختبر الأنسال الناتجة من التهجينات السابقة في قطعة تجريبية

صغيرة (10-20) نباتاً، بطريقة التصميم الشبكي الثنائي أو الثلاثي المكرر، يظهر أثر القدرة العامة على الائتلاف في السلالة المختبرة بالصفات الأساسية التالية: الإنتاجية ، و نسبة الزيت، و ارتفاع النباتات، فترة النمو الخضري، و يتم كذلك اختبار السلالات من حيث مقاومتها للأمراض الفطرية، و الهالوك.

و من أجل الكشف عن الهجن العالية في صفة قوة الهجين، من الضروري في كل عام الحصول على ما لا يقل عن (150-200) هجيناً اختبارياً (تجريبياً)، وهذا ينتج فعلياً الكشف عن التراكيب القيمة عند إجراء الاختبارات في قطع تجريبية، مساحة كل منها (10) م² في (4-5) مواقع. ينفذ الاختبار لمدة عامين بطريقة التصميم الشبكي الثنائي أو الثلاثي المكرر، مع مقارنة الهجن بالشاهد.

3- الطفرات و التضاعف الصبغي:

و قد تم الحصول على بعض الطفرات التي شكلت أهمية تربية كبيرة مثل تقلص مدة النمو الخضري من (5-12) يوماً مقارنة بنباتات الشاهد، أو تقصير طول النبات إلى حدود (60-100) سم، و كانت نسبة الزيت مماثلة لنبات الأصل.



الفصل العاشر

الشوندر السكري

الاسم الانكليزي Sugar beet

الاسم اللاتيني *Beta vulgaris*

العائلة السرمقية *Chenopodiaceae*

النشأة الوراثية والتصنيف النباتي

يتبع الشوندر السكري العائلة السرمقية *Chenopodiaceae*، والجنس *Beta* والنوع *Vulgaris*، ويضم الجنس *Beta* 15 نوعاً (14 نوعاً برياً ونوعاً واحداً مزروعاً) حولية وثنائية الحول ومعمرة، منها ثنائية ($2n = 18$) ورباعية ($2n = 36$)، وسداسية ($2n = 54$) الصيغة الصبغية، حيث أن العدد الصبغي الأساسي في الشوندر $X = 9$. تنتشر هذه الأنواع في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط، وفي شمال غرب أوروبا، وآسيا الوسطى، ومنطقة القوقاز، وشبه جزيرتي القرم والبلقان (جدول، 18).

يعد الشوندر *Beta* أحد أجناس العالم القديم، ومن المفترض أنه محصول أوروبي. تقسم أنواع الشوندر البرية حسب Transchel عام 1927 إلى ثلاثة أقسام هي:

Patellares Transchel
Corollinae Transchel
(Beta)Vulgaris Transchel

يعتبر القسم Beta الأكثر انتشاراً ، وقد يكون الأكثر بدائيةً . ويحتل القسم Corallinae الجزء الشرقي من أوروبا، بينما ينتشر القسم Patellares في المناطق الجنوبية الغربية ، لا سيما في جزر المحيط الأطلسي ، وغرب البحر الأبيض المتوسط. وينحدر الشوندر السكري المزروع من القسم Beta، رغم أن القسمين الآخرين يتضمنان أنواعاً ذات قيمة محدودة في المطبخ. وتمتلك الأجناس صفات مفيدة، مثل المقاومة للأمراض، ولقد جرت محاولات لنقلها إلى الشوندر السكري. إن الحصول على الهجن بين الأنواع التابعة للأقسام المختلفة ، هو أكثر صعوبة وأقل استثماراً بالمقارنة مع الهجن الناتجة بين الأنواع التابعة للقسم نفسه. ويمكن تصنيف الشوندر السكري حسب عدد المجاميع الكروموزومية على النحو الآتي:

1- الشوندر الثنائي المتعدد البذور:

العدد الصبغي ($2n = 18$)، الأزهار خنثى ذات متوك، حبوب اللقاح جيدة التطور، تلتحم 2-3 أزهار بحامل الأزهار مشكلة النورة. بعد الإخصاب وتطور البذور تتحول النورة إلى ما يسمى كرة البذور Seed ball أو الثمرة العديدة الأجنة وحسب عدد الثمار المتكونة تحوي كرة البذور 2-3 بذور أو أكثر.

2- الشوندر الثنائي الوحيد البذرة:

العدد الصبغي ($2n = 18$)، والأزهار خنثى أيضاً ولكن الثمرة ليست كروية بل فردية لأن كل ثمرة تتشكل بصورة منفصلة عن الأخرى. عند تهجين الشوندر وحيد البذرة مع الشوندر متعدد البذور تكون ثمار الجيل الأول متعددة البذور كروية ويحدث في الجيل الثاني انعزال للنباتات أحادية البذرة على أساس ذلك، وتبين أن صفة البذار متعدد الأجنة سائدة سيادة غير تامة، بينما صفة البذار وحيد الجنين متنحية.

3- الشوندر الرباعي المتعدد البذور:

العدد الصبغي ($2n = 36$) تكون الأوراق وأعناقها والفروع والأزهار وحبوب اللقاح وكرة البذور في الشوندر الرباعي أضخم من الشوندر الثنائي، كما أن النباتات الرباعية التضاعف تتطور بصورة أبطأ، وتكون أكثر تأخرًا، وأقل تحملاً للجفاف مقارنة بالنباتات الثنائية الناتجة منها. وبسبب التضاعف الصبغي اللاتكراري Aneuploidy (النوليسوم $2n-2$ والمونوسوم $2n-1$ والترايسوم $2n+1$) تكون المقدرة على إنبات حبوب اللقاح منخفضة، ومعدل الإخصاب وتطور البذور وإنباتها بطيئاً مقارنة بالنباتات الثنائية، كما تعطي عدداً أقل من البادرات 120-140 بادرة من كل 100 ثمرة متعددة البذور.

4- الشوندر الرباعي وحيد البذرة:

العدد الصبغي ($2n = 36$)، تتشكل على الحامل الزهري ثمار مفردة تحوي كل منها بذرة واحد، وبسبب التضاعف الصبغي اللاتكراري Aneuploidy (زيادة أو نقص صبغي أو أكثر) تكون المقدرة على إنبات حبوب اللقاح منخفضة ومعدل الإخصاب وتطور البذور بطيئاً، ويظهر الإنبات في الشوندر السكري الرباعي وحيد البذرة كمشكلة أكثر صعوبة من الإنبات في الشوندر الثنائي أحادي البذرة، وتستخدم الأشكال الرباعية وحيدة البذرة في كثير من الحالات في برامج التهجين كنبات أم للحصول على ظاهرة قوة الهجين Heterosis.

يتم تقسيم أصناف الشوندر السكري عالمياً وفق المؤشرات التالية:

1) حسب عدد الأجنة في الثمار: تقسم الأصناف إلى:

1. أصناف ذات بذور متعددة الأجنة **Multigerm**: تحوي كرة البذور في هذه المجموعة من الأصناف عدة أجنة ينتج عن زراعة البذرة (الثمرة) الواحدة حزمة من البادرات. زراعة الأصناف ذات البذور متعددة الأجنة قديمة جداً تعطي ناتجاً نهائياً من الجذور والسكر أقل من تلك ذات البذور وحيدة الجنين وهي ذات تكاليف إنتاج مرتفعة لكونها تحتاج لعمليات التقريد.

2. أصناف ذات البذور وحيدة الجنين **Natural or Genetic Monogerm**: بدأت

زراعتها حديثاً في العالم بعد استنباط أصناف تنتج ثماراً تحمل بذرة واحدة وبالتالي جنيناً واحداً، تعطي إنتاجاً جذرياً ودرجة حلاوة ومواصفات تصنيعية تفوق ما تعطيه الأصناف ذات بذور متعددة الأجنة بالإضافة إلى مقاومة الأمراض والحشرات، وتخفيض تكاليف الإنتاج نتيجة الحصول على نباتات أحادية بنسبة 100% وبالتالي عدم الحاجة للتقريد ، لكن هذا النوع من الأصناف يتطلب توفر مايلي :

- الخبرة الكافية لدى المزارع.

- البذارات الآلية.

- استخدام طريقة الري المناسبة (الرياذ).

صفة البذور وحيدة الجنين صفة متنحية يتحكم بها عامل وراثي واحد (m) بالإضافة إلى وجود مورثات تعدل أو تغير التعبير الوراثي للمورث (m) تؤدي إلى إنتاج ثمار تحوي جنينين، وقد لوحظ ارتباط هذه الحالة مع صفة التأخر في الإزهار.

ووجد عند التهجين بين الأصناف وحيدة الجنين ومتعددة الأجنة أنّ نباتات الجيل الأول تكون متعددة البذور مع ملاحظة أنّ هذه السيطرة غير تامة، حيث لوحظ وجود نباتات ثمارها ثنائية أو وحيدة البذور بالإضافة إلى متعددة البذور. ويلاحظ في نباتات الجيل الثاني وجود نسبة تقارب 25% من النباتات والتي ثمارها وحيدة البذور، وسيؤدي التلقيح بين هذه النباتات إلى تشكيل سلالة نباتات ذات ثمار وحيدة البذرة.

الشكل (21)





الشكل (21): أنواع بذور الشوندر السكري

حسب عدد الأجنة

إلى اليمين الشوندر وحيد الجنين، إلى اليسار متعدد الأجنة.

يفترض وجود أربعة أنواع من المورثات المسؤولة عن عدد البذور في ثمار الشوندر وهي:

(1) Mm: سلالة وحيدة البذرة ونادراً ما يلاحظ في نباتاتها وجود ثمار ثنائية البذرة.

(2) M_1M_1 : سلالة ذات زهرة وحيدة أو زهرتين في العلبة.

(3) $M_{Br}M_{Br}$: سلالة ذات علب ثمرية ثنائية البذرة.

(4) M_zM_z : سلالة ذات أعداد كبيرة من البذور في الثمرة الواحدة.

3. أصناف ذات البذور وحيدة الجنين صناعياً.

وبهدف تقليل تكاليف العمل اليدوي وإمكانية استخدام الآلات لإجراء الخف والعزيق والجنني وغيرها من العمليات الزراعية من المفضل وجود نبات واحد في كل جورة

ضمن خطوط الزراعة، ولتحقيق هذا تعرض الثمار لعملية التجزئ الآلي للحصول على أجزاء تحتوي على جنين واحد فقط. وتعطي هذه الثمار قرابة 85% نباتات أحادية.

(2) حسب العدد الصبغي في الخلايا: تقسم الأصناف إلى:

1. الأصناف الثنائية Diploids ($2n = 18$) وهي من أقدم الأصناف زراعة.
2. الأصناف الرباعية Tetraploids ($2n = 36$) يتم إنتاجها بطريقة التضاعف الصبغي الذاتي وذلك عن طريق معاملة البادرات الصغيرة من النباتات الثنائية الصيغة بمواد كيميائية خاصة مثل الكولشيسين (Colchicines) وهي ذات إنتاج أفضل من سابقتها.
3. الأصناف عديدة المجموعة الصبغية Polyploids: وتنتج عن طريق التهجين بين السلالات الثنائية والرباعية. تنتشر زراعتها على نطاق واسع بسبب كبر حجم جذورها، ارتفاع درجة حلاوتها، باكوريته، مقاومتها للأمراض وبخاصة التبقع السيركوسبوري.
4. الأصناف الهجينة Hybrids: وهي الأصناف الثلاثية Triploids التي تملك قوة الهجين Heterosis وبالتالي تعطي أفضل إنتاج جذري وسكري. تنتج كما هو الحال في الأصناف عديدة المجموعة الصبغية على النحو الآتي:

$$\begin{array}{rcccl}
 (2n = 18) \text{ Diploids} & \times & (2n = 36) \text{ Tetraploids} & & \\
 \text{Gametes} & & 9 & & 18 \\
 & & \text{F1 Triploids} & & 27
 \end{array}$$

لقد ساهم اكتشاف واستخدام ظاهرة العقم الذكري في الحصول على نباتات ثلاثية العدد الصبغي 100%.

(3) حسب موعد الزراعة: تقسم الأصناف حسب موعد الزراعة إلى: خريفية شتوية، صيفية.

4) حسب حجم الباقية الورقية: تقسم الأصناف إلى ذات باقية ورقية كبيرة متوسطة، صغيرة.

5) حسب درجة الحلاوة: تقسم الأصناف إلى عدة طرز:

1. طراز Z: درجة الحلاوة فيه أعلى من 16% وإنتاجه الجذري قليل.
2. طراز N: درجة الحلاوة فيه بحدود 16% وإنتاجه الجذري عادي.
3. طراز E: درجة الحلاوة فيه أقل من 16% وإنتاجه الجذري عال.

وهناك نماذج متفرعة عنها : ZZ, EE, ZN, NE

يستورد القطر العربي السوري سنوياً بذار أصناف الشوندر من مختلف دول العالم المنتجة للبذار، ويقوم قسم بحوث الشوندر في هيئة البحوث العلمية الزراعية باختبار عشرات الأصناف واعتماد المتفوق منها، وبشكل عام يمكن القول إن ثلث الأصناف المزروعة بالقطر هي متعددة الأجنة، والثلثين وحيد الجنين يشكل وحيد الجنين الصناعي المغلف النسبة الأكبر، ونسبة قليلة من وحيد الجنين الوراثي. يعد الشوندر السكري *Beta vulgaris L.* نبات ثنائي الحول يعطي في عامه الأول مجموعاً خضرياً وجذراً ضخماً وهو الهدف الاقتصادي من زراعة هذا المحصول.

جذر الشوندر وتدي متضخم يحمل شبكة من الجذور الثانوية المتفرعة من الجذر الأساسي وظيفتها امتصاص الماء والعناصر الغذائية اللازمة للنبات. يتغلغل الجذر الوتدي في التربة لعمق 15 سم أو أكثر في مرحلة البادرة، ويصل إلى 70-90 سم عندما يكون النبات بعمر 50-60 يوماً، ويبلغ مسافة 250-270 سم في مرحلة النضج، أما بالنسبة للجذور الثانوية فإنها تنتشر بصورة أقل أهمية، وتشكل الشعيرات الجذرية على أي عمق في حال توافر الرطوبة بطول يتراوح بين 1-3 مم وعرض 0.08-0.14 مم.

يمر نبات الشوندر السكري خلال موسم نموه الأول بالمراحل الآتية:

المرحلة الأولى: وهي مرحلة تشكل الأوراق الضرورية لعملية التمثيل الضوئي. تمتد هذه المرحلة في الظروف الإنتاجية من ظهور الأوراق الفلقية وحتى تراص النباتات في خطوط الزراعة.

المرحلة الثانية: تستمر لمدة تزيد عن الشهرين ويحدث فيها نمو كثيف للمجموع الخضري والجذر علماً أن معدل نمو الجذر في هذه المرحلة يكون أكبر من معدل نمو الأوراق، حيث يبلغ معدل النمو اليومي للجذر 10 غ.

المرحلة الثالثة: وهي مرحلة تراكم أو ادخار السكر بشكل كثيف في الجذر المتضخم. تتطابق هذه المرحلة مع بداية موت الأوراق ، أي أنها تمثل الشهر الأخير من موسم النمو. يبلغ هنا معدل النمو اليومي للجذر 5 غ أو أكثر، ويصل الجذر في نهاية هذه المرحلة إلى حجمه ووزنه الأعظميين بالإضافة للزيادة السريعة في نسبة السكر والتي تصل إلى 0.07-0.1% في اليوم. تتم في نهاية هذه المرحلة عملية القلع. تؤخذ الجذور بعد قلعها إما للتصنيع أو للتخزين عند الرغبة في الحصول على البذور منها في موسم النمو الثاني. ونظراً لأنّ الشوندر السكري من النباتات الثنائية الحول فهو يحتاج إلى مرور عامين للحصول على البذور فيقتصر الهدف من موسم النمو الثاني للشوندر السكري على إنتاج البذار الذي تتولاه المؤسسات والشركات الخاصة بإنتاج البذار ومحطات التربية على النحو الآتي:

جرت العادة أن يزرع الشوندر الأم من البذور في ربيع العام الأول (آذار) ثم تطلع الجذور وينتخب أفضلها ويخزن لتعاد زراعته ثانية في الربيع التالي تحضن الجذور جيداً وقد تطوش الساق الزهرية عند وصولها إلى 25 سم بهدف تشجيع التفرع في الشمراخ الزهري، ويتم الحصاد وجمع البذور في شهري آب وأيلول. تتبع هذه الطريقة في المناطق التي تتصف بشتاء بارد، وتسمى بالطريقة غير المباشرة لإنتاج البذور. ويمكن في المناطق التي تتصف بشتاء معتدل مع وجود فترات كافية من البرودة لتنبية عملية الإزهار ووقف النمو الخضري أن يقضي الشوندر فصل الشتاء في الحقل، وتتلخص الطريقة بزراعة البذور خلال الصيف (تموز-أيلول)، يتلقى المحصول الرعاية الكافية فيعطي البذور في الصيف التالي. وتسمى هذه

الطريقة بالطريقة المباشرة لإنتاج البذور. ويمكن تقصير دورة حياة الشوندر بدرجة أكبر وذلك بزراعة بادرات الشوندر السكري في ظروف الحرارة المنخفضة والإضاءة المستمرة، والطريقة المتبعة في إحداث التأثيرات الحرارية- الضوئية اللازمة للإزهار تتضمن المراحل الآتية:

- (1) المعاملة في فترة ما قبل التنبية: تزرع النباتات في أصص لمدة أسبوعين من موعد الزراعة في بيوت محمية مدفأة مع مراعاة توفير الإضاءة المستمرة من مصدر كهربائي على ارتفاع 75 سم من سطح التربة.
 - (2) المعاملة لإحداث الإزهار: يستمر التزويد بالإضاءة الكهربائية على أن يوضع مصدر الإضاءة على ارتفاع 50 سم فوق سطح التربة، مع توفير درجات حرارة 7.8-9.5 درجة مئوية لمدة عشرة أسابيع.
 - (3) المعاملة بعد الإزهار: تنقل البادرات إلى بيوت محمية أخرى مع توفير الإضاءة المستمرة على أن يوضع مصدر الإضاءة على ارتفاع 50 سم فوق سطح التربة، ويراعى رفع المصدر الضوئي تدريجياً وببطء مع تطاول الشماريخ الزهرية، ويجب تحاشي درجات الحرارة العالية في بداية هذه المرحلة حتى لا يحبط أثر المعاملة لإحداث الأزهار.
- يصبح المحصول جاهزاً للحصاد بعد حوالي 13-14 أسبوعاً من اكتمال الإزهار. تستخدم هذه الطريقة بشكل واسع في محطات تربية الشوندر السكري.

أهداف تربية الشوندر السكري:

طورت أصناف الشوندر السكري فقط خلال 130 سنة الماضية حيث زاد إنتاج السكر بحلول عام 1980 نحو 42% عالمياً. تعد غلة السكر في وحدة المساحة من الأرض الهدف الرئيس لتربية وتطوير الأصناف، وتؤثر الأهداف الأخرى بشكل مباشر أو غير مباشر في هذا الهدف ومن تلك الأهداف: مقاومة الأمراض والشمخة والبذور وحيدة الجنين وقابلية تخزين الجذور والصفات النوعية، وصفات أخرى قد تهتم مربو النبات مثل الباكورية ومقاومة

البرودة وشكل الجذر والغلة من البذور ومقاومة مبيدات الأعشاب. ومن أهم أهداف تربية الشوندر السكري:

1- الغلة من الجذور ونسبة السكر:

يعد محتوى الجذور من السكر من أهم العوامل المرتبطة بنجاح صناعة الشوندر السكري بهدف إنتاج السكر، وتتراوح نسبة السكر في معظم الأصناف التجارية 15-17%، ومن أهم العوامل المؤثرة في غلة السكر:

1. إنتاج الجذور في وحدة المساحة
 2. نسبة السكر في الجذور
 3. نوعية العصير (درجة نقاوته) والتي تؤثر في حال انخفاضها في نسبة السكر المستخلصة من العصير.
- ومن أهم العوامل المحددة لنسبة السكر في جذور الشوندر السكري ما يلي:
1. الأصناف وهي مسؤولة عن نحو 16% من نسبة السكر في الجذور .
 2. العوامل البيئية السائدة وهي مسؤولة عن 37% من نسبة السكر في الجذور
 3. كمية ونوعية وموعد إضافة الأسمدة المعدنية وهي مسؤولة عن 20% من نسبة السكر في الجذور
 4. الكثافة النباتية، وهي مسؤولة عن قرابة 16% من نسبة السكر في الجذور.
 5. اضطرابات النمو الناجمة عن الإصابة بالآفات والأمراض والأعشاب
 6. موعد الزراعة، وموعد القلع، وطريقة القلع والنقل والتخزين...

يتطلب تطوير زراعة محصول الشوندر السكري بهدف الوصول إلى الإنتاجية العالية التوصل إلى أصناف ذات إمكانات وراثية عالية فيما يتعلق بحجم الجذور ونسبة السكر، مع ضرورة إيلاء التقانات الزراعية أهمية أكبر بهدف الوصول إلى كامل الطاقة الوراثية الكامنة للأصناف المزروعة.

وتتعلق القدرة العالية على إنتاج السكر بشكل عام بالقدرة العالية على إنتاج الجذور. وعند التربية للإنتاج العالي من السكر فإن زيادة حجم وكمية الجذور المنتجة من

وحدة المساحة غالبا ما تؤدي إلى تدني نسبة السكر في الجذور والعكس صحيح، أي إذا زادت نسبة السكر في الجذور فإنها تؤدي إلى انخفاض حجم وكمية الجذور المنتجة من وحدة المساحة، وعلى أساس نسبة السكر وحجم الجذر قسمت أصناف الشوندر عالمياً -كما ذكرنا- إلى الطرز Z-N-E .

ويتم التركيز في بعض مناطق إنتاج السكر في العالم على تحسين صفتي إنتاج الجذور ونسبة السكر في آن معا . وقد تم الوصول إلى نتائج جيدة في هذا الاتجاه .

بينت الدراسات الوراثية سيطرة الفعل غير الإضافي على الغلة من الجذور، وسيطرة الفعل الإضافي على نسبة السكر في الجذور، ويعاني مربو النبات من مشكلة الارتباط العكسي بين الغلة من الجذور والغلة من السكر، ويعقد الأمر أكثر تدخل مستوى التربة من الآزوت (يقلل المحتوى التربة العالي من الآزوت نسبة السكر)، ويفيد في هذا المجال دراسة مقدرة الآباء على الخلط لتوقع أداء الهجن الناتجة عنها.

2- مقاومة الآفات:

تحتل عمليات التربية لمقاومة الأمراض أجزاء كبيرة من برامج تربية الشوندر السكري وذلك لأن اضطرابات النمو الناجمة عن الإصابة بالآفات من أهم عوامل انخفاض نسبة السكر في جذور الشوندر السكري. يسعى مربو النبات إلى التوصل إلى أصناف مقاومة للعديد من الأمراض ضمن برامج تربية تضمن معظمها تهجين الأصناف المزروعة مع الأنواع البرية، ومن أهم هذه الآفات:

1-مرض تجعد القمة:

مرض فيروسي يحوي العديد من السلالات المتنوعة، وينتقل عن طريق نطاطات الأوراق. تتمثل أهم أعراض المرض بتقزم شديد للأوراق مع تجعدها والتفاف حوافها نحو الأعلى والداخل وتخشن وتثأل العروق على السطح السفلي يترافق ذلك مع تقزم الجذور وتشوهها والتفافها. يكافح المرض بإجراءات متكاملة أهمها انتقاء

أصناف مقاومة بدأت التربية لفيروس تجعد القمة بعمليات الانتخاب الإجمالي ضمن الأصناف الأوربية وأنتج أول صنف مقاوم عام 1931. واستمر الانتخاب الإجمالي في السلالات الداخلية للشوندر مع اختبار النسل للتوصل إلى مقاومة مقبولة للمرض، وتحققت المقاومة العالية للمرض باستخدام الانتخاب الفردي. تتصف الأنواع البرية من الشوندر التابعة للقسم Patellares بالمناعة التامة لهذا المرض، فيمكن الاستفادة منها لإدخال صفة المقاومة للأصناف المزروعة.

2-مرض تبقع الأوراق:

المرض الأكثر خطورة في حقول الشوندر السكري، فهو يؤثر على الأوراق، وينقص حجم الجذور، و يخفض المحتوى من السكر ودرجة نقاوة العصير . يعد هذا المرض من أكثر أمراض الشوندر انتشاراً في العالم ويسمى الصدا الكاذب إلا أن أهميته انحسرت في العقود الأخيرة بفضل تحمل الكثير من الأصناف الحديثة له. تظهر الأعراض على شكل بقع متناثرة مضلعة في البداية ثم تصبح دائرة محاطة بهالة بنفسجية أقطارها 1-3 ملم تتحول إلى ثقب عند جفاف وسقوط نسيجها الورقي. ويؤدي هذا المرض الفطري إلى إنهك النبات نتيجة تلف أوراقه ومحاولة النبات دائماً إعطاء أوراق جديدة مما يعني انخفاض الإنتاج والحلاوة بشكل كبير. بدأت التربية لمقاومة المرض بشكل مبكر في إيطاليا عام 1910 وفي الولايات المتحدة عام 1920، وكان مقدار التقدم في برامج التربية بطيئاً جداً ربما يعود ذلك إلى التورث المعقد وانخفاض درجة التورث للمقاومة للمرض.

بين (Smith and Gaskill 1970) أن صفة المقاومة للمرض يتحكم فيها خمسة أزواج من المورثات، كما أشار (Smith and Rupplel 1974) إلى انخفاض درجة التورث بمفهومها الضيق (0.25) للمقاومة للمرض. ولم ينجح الانتخاب الإجمالي في تحسين المقاومة للمرض، وبالمقابل قاد اختبار النسل للسلالات الداخلية إلى سلالات مقاومة استخدمت كآباء في برامج التهجين لإنتاج هجن مقاومة للمرض، كما استخدمت الأصناف التركيبية (5-4 سلالات داخلية). تتميز النباتات المقاومة

للمرض بانخفاض مساحة وعدد البقع على الأوراق، وتأخير موت النسيج الورقي. تؤخذ صفة المقاومة لمرض تبقع الأوراق من بعض سلالات الشوندر البحري *B.maritima* كما تتصف الأنواع المنتمية للقسم الرابع Patellares بالمناعة التامة للمرض.

3-الجزر الأسود:

مرض فطري خطير في المناطق الرطبة ذات الترب الحامضية. يسبب المرض ذبول البادرات وانخفاض الكثافة النباتية بشكل كبير في بداية حياة النبات، ويمكن أن تموت الجذور الجانبية في النباتات البالغة أو يموت الجزء الطرفي من الجذر، وتكون النباتات المصابة ضعيفة النمو ومتقرمة. وقد تمكن مربو النبات من إنتاج أصناف مقاومة للمرض، ومن المعتقد أن صفة المقاومة سائدة على صفة القابلية للإصابة. الانتخاب الإجمالي والانتخاب المتكرر مع اختبار النسل من الطرق الرئيسة للتربية لمقاومة المرض. وتعد غربلة بادرات الشوندر السكري في البيوت الزجاجية تحت ظروف العدوى الصناعية تقنية فعالة في تطوير سلالات مقاومة للمرض.

4-النيماتودا(الديدان الشعبانية):

نيماتودا الشوندر السكري أحد الأسباب الرئيسة لزراعة الشوندر السكري ضمن دورة زراعية من 3-5 سنوات. تتغذى وتتكاثر الديدان الشعبانية في جذور الشوندر السكري مما يؤدي إلى ذبول النباتات الصغيرة، وتقزم النباتات البالغة فتصبح صغيرة الحجم وتحتوي على عدد من الجذور الجانبية. تتوفر المناعة التامة للمرض في الأنواع البرية : *B. procumbens* و *B. webbiana* و *B. Patellares* . تم التوصل إلى أصناف متوسطة المقاومة، تحتاج المقاومة للنيماتودا المزيد من أعمال التربية للتوصل إلى أصناف هجينة مقاومة.

5-مرض عفن الجذور

ينتج عن العديد من الأنواع الفطرية يعد هذا المرض من أهم أمراض الجذور على الشوندر السكري عالمياً ومحلياً. يسببه *Rhizoctonia solani* الموجود في التربة على شكل أجسام حجرية ينتج عنها ميسيليوم يؤدي إلى إصابة سطح الجذور بالمرض ثم يخترقه تدريجياً مسبباً تعفن الجذور، يتطور هذا الفطر دورياً في حقول الشوندر وتظهر الإصابة أولاً على شكل ذبول النباتات وينتهي شيئاً فشيئاً إلى موت الأوراق، وتظهر على الجذر الدرني مناطق من العفن الجاف بلون بني قاتم مسود، وكثيراً ما تبدو تشققات عميقة قرب التاج، في لب الجذر يشاهد تتركز عميق وقاتم اللون ومحدد بوضوح عن النسيج النباتي السليم المجاور. لا توجد مكافحة ناجعة لهذا المرض وهناك دراسات عالمية لإنتاج أصناف متحملة لهذا المرض. طورت سلالات من الشوندر مقاومة للمرض باستخدام الانتخاب الإجمالي، والانتخاب المتكرر واختبار النسل.

6- الريزوماتيا:

فيروس تتركز واصفرار عروق الشوندر السكري يهاجم الفطر الناقل للمرض جذور الشوندر السكري عندما تكون درجات الحرارة ما بين 20-30°م° ورطوبة التربة كافية لسباحة الأبواغ الهدبية التي تصيب الشعيرات الجذرية وتنقل العدوى بالفيروس المسبب للمرض إلى النبات. يسبب مرض الريزوماتيا انخفاضاً ملحوظاً في درجة حلاوة الشوندر السكري وإنتاجيته في وحدة المساحة تختلف شدته باختلاف نسبة الإصابة وشدتها والظروف البيئية السائدة خلال موسم النمو، وبالتالي يعد هذا المرض أحد الأسباب الرئيسية المسببة لتدني نسبة الحلاوة والإنتاجية في الشوندر السكري. تظهر الأعراض حلقياً على شكل بقع شاحبة اللون صفراء قد تشمل الحقل بكامله مع ذبول عام للنباتات وخاصة عند الظهيرة ، أما الجذور المصابة فتظهر عليها الجذور الشعرية بشكل كثيف (اللحية) ويصغر حجمها مع تشوه بحيث تصبح قمعية الشكل بالإضافة إلى تلون الأوعية الناقلة باللون البني. سبب الفيروس خسائر كبيرة في حقول الشوندر، وما زالت أعمال التربية لمقاومة الفيروس في بداياتها.

7- أمراض أخرى:

من الأمراض الأخرى التي تصيب الشوندر السكري موزاييك الشوندر، فيروس الاصفرار الغربي، جذام الشوندر...جميع هذه الأمراض يتم تطوير سلالات مقاومة لها عبر الانتخاب الإجمالي والانتخاب المتكرر مع اختبار النسل.

3-مقاومة الشمرخة:

النهار الطويل مع فترات من البرودة تسبب الشمرخة في الشوندر السكري. تعرف ظاهرة إنتاج الأفرع الزهرية في الشوندر السكري في العام الأول للزراعة باسم الشمرخة Bolting، ويعد الميل للشمرخة في الشوندر السكري المزروع لإنتاج السكر أمر غير مرغوب لما لهذه الظاهرة من أثر سلبي في الإنتاج والنوعية إذ ينخفض وزن الجذور، وتقل نسبة السكر بنسبة 50%، وتحدث مشكلة تكنولوجية عند قطع الرأس وإعداد الجذور للتصنيع. وتبين أنّ رد الفعل الناتج من التأثيرات المتبادلة بين ظروف الوسط المحيط والتركيب الوراثي للنبات هو الذي يحدد التحول للإزهار وبالتالي تشكل الأزهار والثمار، وخاصة تلك الظروف التي يتعرض لها النبات أثناء مرحلة النمو الخضري . لابد من الإشارة إلى أن ظاهرة الشمرخة تخضع أساسا لسيطرة العوامل الوراثية على الرغم من تأثر هذه الصفة بالعوامل البيئية المذكورة أعلاه.

الأصناف المزروعة حالياً من الشوندر السكري ثنائية الحول لا تظهر ميلاً للشمرخة إلا عند زراعتها في العروة الخريفية مع سيادة البرودة شتاءً، تتباين الأصناف في سرعة شمرختها أو في درجة الحرارة التي تبدأ عندها، ولكي يتم الحد من هذه الظاهرة على الوجه الأكمل لابد من استنباط أصناف تقاوم الشمرخة رغم ظروف البرودة السائدة في الشتاء، وقد تم استنباط العديد منها.

4-البذور وحيدة الجنين:

الحدث الهام في تاريخ تحسين الشوندر السكري تم عام 1966 (بعد 20 عاما من العمل على تطوير الشوندر السكري) عنما أنتج Hilleish أول صنف هجين وحيد الجنين وراثيا في العالم. فقد لاحظ المهاجر الروسي Savitsky عام 1948 في الولايات المتحدة الأمريكية نبات شوندر يحمل ثمرة وحيدة الجنين أدرك

Hilleish أهمية هذه الصفة وأدخلها في برامج التربية، وبدأ ببيع البذار وحيد الجنين للمزارعين في أوروبا، حالياً كل البذار المزروع في أوروبا وحيد الجنين.

تؤدي زيادة الكثافة النباتية إلى تراجع الغلة من الجذور، وزيادة نسبة السكر فقد بينت الدراسات وجود علاقة ارتباط عكسية بين حجم الجذور ومحتواها من السكر، وبالتالي تحدد الكثافة النباتية كمية ونوعية المنتج من جذور الشوندر السكري، وبناء على ذلك تؤدي زراعة البذار متعدد الأجنة إلى تنفيذ عملية تفريد مكلفة ومجهدة وفي وقتها المناسب، إلا أن إيجاد أصناف وحيدة الجنين وراثياً ووفر تكاليف التفريد وتكاليف التجزئ الصناعي للبذار متعدد الأجنة. وقد تم استنباط أصناف تنتج بذور تحتوي على جنين واحد، ويتيح هذا زراعة بذور الشوندر على مسافات متساوية باستخدام الآلات المخصصة لذلك. كما تتصف البذور الوحيدة الأجنة بكبر الحجم وبنسبة الإنبات المرتفعة وإنتاجها لبادرات قوية النمو.

صفة البذور وحيدة الأجنة صفة متتحية يتحكم بها عامل وراثي واحد m كما توجد مورثات أخرى تعدل أو تغير التعبير الوراثي للمورث m وتؤدي إلى إنتاج ثمار تحتوي على جنينين من النباتات وحيد الأجنة. وترتبط هذه الصفة بشكل أساسي بصفة التأخير في الأزهار.

5-تحسين الخواص التكنولوجية

تعكس الخواص التكنولوجية قابلية استخراج السكر من جذور الشوندر السكري، ومن أهم الخواص التكنولوجية المحتوى من السكر ونقاوة العصير ويعبر المحتوى من السكر عن نسبة السكر من الوزن الرطب للجذور، وتعكس نقاوة العصير نسبة السكر إلى كامل المواد الصلبة المستخرجة من عصير السكر.

لوحظ أثر إضافي للمورثات المسيطرة على الصفات النوعية، وتم تحقيق تقدم كبير في مجال تحسينها إلا أن تدخل أثر التغذية الآزوتية والعديد من العوامل البيئية يحجب ظهور التحسين الوراثي المحقق لهذه الصفات.

6-الحصاد الآلي:

يفضل أن يكون شكل الجذر ملائماً للقلع الآلي، ويتحقق ذلك إلى حد كبير بالانتخاب المتكرر باستمرار للشكل الأملس للجذر، والانخفاض المناسب للرأس غير العريض، وذلك لمنع حدوث فقد كبير أثناء القلع. إضافة لما سبق يسعى مربو النبات لتحسين مقاومة النبات للإجهادات المختلفة كالبرودة.

طرائق تربية الشوندر السكري:

1-الانتخاب الإجمالي:

استخدمت طريقة الانتخاب الإجمالي لتحسين المحتوى من السكر منذ عام 1856 وكانت مصحوبة مع الطرد المركزي، كما استخدمت طريقة الانتخاب الإجمالي بشكل كبير في تطوير طرز وراثية مقاومة للأمراض. تنتخب النباتات في هذه الطريقة اعتماداً على الشكل الظاهري دون اللجوء إلى اختبار النسل للتركيبة الوراثية المنتخبة، وتعد هذه الطريقة فعالة عند العمل على العشائر شديدة التنوع الوراثي. اعتماداً على الهدف من ممارسة الانتخاب تستخدم الطرق المعدلة في الانتخاب الإجمالي على النحو الآتي:

1. انتخاب النقاوة: يتم بهدف استبعاد الأخطاء العشوائية الناجمة عن الظروف غير الملائمة. تتم عملية الانتخاب بزراعة 3-5 آلاف نبات في مشتل

التربية، وينفذ الانتخاب الحقلي المظهري، ثم تنقل الجذور المنتخبة إلى المخبر لتنفيذ القياسات المخبرية كوزن الجذور ونسبة السكر، وينتخب 25-50% من الجذور لتزرع بهدف إنتاج البذار.

2. انتخاب النقاوة العالية: يتم انتخاب أفضل 5-15% من الجذور المنتخبة النقية اعتمادا على وزن الجذر ونسبة السكر .

3. الانتخاب لنقاوة العائلة: تترك نباتات النقاوة العالية للتلاقح العشوائي وتجمع بذور كل نبات بشكل مستقل وينفذ اختبار لاحق للأنسال بشكل مفرد وتجمع بذور الأنسال المتفوقة تحت اسم عائلة جديدة.

4. طرق أخرى للانتخاب الإجمالي: الانتخاب لعدم الإزهار في العام الأول والانتخاب لنوعية البذور، والانتخاب لصفة عقم حبوب اللقاح، والانتخاب لصفة الثمار أحادية البذرة.

2- انتخاب العائلة:

استخدم Louis de Volmorin عام 1856 انتخاب العائلة واختبار النسل لأول مرة في تحسين محتوى جذور الشوندر من السكر، وساهمت هذه الطريقة في رفع نسبة السكر من 9-17% في بداية القرن العشرين. وتتلخص طريقة انتخاب العائلة بالمراحل الآتية علما أن هدف الانتخاب إنتاج صنف مقاوم لمرض تبقع الأوراق:

السنة الأولى :

يتم انتخاب 100-200 جذر من جذور الشوندر السكري من أحد الأصول الوراثية الجيدة التي أثبتت كفاءة عالية في مقاومة مرض تبقع الأوراق وتتصف بمحتوى عال من السكر .

السنة الثانية :

يزرع الشوندر المنتخب كمجموعات في أماكن معزولة وتترك النباتات للتلاقح فيما بينها، ثم تحصد البذور المتكونة على كل نبات بشكل منفصل.

السنة الثالثة :

يزرع نسل كل نبات بشكل مستقل في تجارب اختبار الغلة ومشارتل الانتخاب لمقاومة مرض تبقع الأوراق. ويتم اختبار نسبة السكر والمواصفات التكنولوجية (التصنيعية) للجذور المحصودة .

السنة الرابعة : تتم عملية الجمع بطريقتين:

1- تجمع البذور المتكونة من 5-10 نباتات من الأنسال المتفوقة ومنها يبدأ إكثار البذار. تنتخب نباتات جديدة وتعامل كما مر سابقا , أي دورة انتخاب واختبار جديدة .

2- تجمع الجذور المنتخبة من 5-10 أنسال متفوقة وتزرع لإنتاج البذار في أماكن معزولة .

السنة الخامسة :

إذا تبعت الطريقة (1) في السنة الرابعة تزرع البذور الممتازة بهدف إكثار البذار. ويتم انتخاب نباتات جديدة ويكرر العمل كما هو متبع بالدورة الأولى، أما إذا اتبعت الطريقة (2) تزرع البذور زراعة مختلطة ويتم انتخاب نباتات جديدة ثم يكرر العمل.

يهتم مربو النبات بشكل أساسي في تطوير السلالات التي ستستخدم كأب أو أم في برامج التهجين.

3-الانتخاب الفردي:

يمكن استخدام الانتخاب الفردي لتحسين الشوندر السكري في العديد من المجالات منها انتخاب الجذور ذات الوزن المرتفع ونسبة السكر العالية والخواص التصنيعية العالية، وانتخاب لمقاومة الآفات، والانتخاب للعدد الصبغي، والثمار وحيدة الجنين، وكمية ونوعية البذار.

4-الأصناف التركيبية:

تختلف طريقة الأصناف التركيبية عن طريقة انتخاب العائلة بأنه في الطريقة الأخيرة لا يمكن إعادة تكوين أو المحافظة على الصنف الأبوي في شكله المتماثل نظرا لان التركيب الوراثي للشوندر الأم الذي منه يتم الحصول على البذار الناتج من التلقيح المفتوح لا يمكن المحافظة عليه، وبالتالي لا يمكن استعادة تركيبه الوراثي على الإطلاق . بينما في إنتاج الأصناف التركيبية يتم تكاثر الشوندر الأم إما بالبذور المخصبة ذاتيا أو من سلالات خضرية نتجت من قطع من الساق أو الجذر.

وتتلخص مراحل تربية الأصناف التركيبية بالآتي:

السنة الأولى :

يتم انتخاب 100-200 نبات من أصول وراثية أثبتت كفاءتها في مقاومة الأمراض وتتصف بمحتوى عال من السكر .

السنة الثانية :

1- تزرع الجذور المنتخبة في مناطق معزولة وتحصد البذور المتكونة من التلقيح المفتوح لكل نبات على حدة .

2- يكتس فرع زهري واحد من كل نبات للحصول على البذور المخصبة ذاتيا, أو تكوين سلالات خضرية من كل نبات بقطع من الساق.

السنة الثالثة :

تزرع أنسال التلقيح المفتوح لكل نبات (جذر) منتخب بتجارب مقارنة الغلة ويختبر مدى مقاومتها للأمراض ومحتواها من السكر أيضا .

السنة الرابعة :

تزرع البذور المخصبة ذاتيا أو السلالات الخضرية من أفضل 5-10 جذور أو نباتات في حقول إكثار البذار لإنتاج البذار المتميز من النباتات أو السلالات الخضرية .

السنة الخامسة :

يجري إكثار البذار بشكل متجمع لإنتاج بذار الأصل الوراثي

السنة السادسة :

تنتج البذور على الصعيد التجاري الواسع لتوزيع الصنف التركيبي .
ويمكن في بعض الأحيان إعادة الانتخاب في السنة الرابعة أو في السنة الخامسة
للبدء بدورة جديدة للتربية تماما كأسلوب الانتخاب المتكرر .

5- الانتخاب الدوري:

يتم هذا الأسلوب من الانتخاب باتباع الآتي:

1. زراعة النباتات ذات القدرة عل التوافق والمنتخبة من عشيرتين في مشتل واحد.
 2. ترك النباتات للتلاقح العشوائي في فترة الإزهار.
 3. انتخاب أفضل السلالات الخضرية
 4. البدء بدورة انتخاب جديدة. وهذا يسمح برفع القدرة على التوافق للتراكيب
المنتخبة بهدف الدخول في التهجينات الزوجية.
- يستخدم التكاثر الخضري بدلا من التلقيح الذاتي بسبب صعوبة إجراء تلقيح ذاتي في
الشوندر لوجود ظاهرتي العقم وعدم التوافق الذاتي.

6- الشوندر الهجين

معظم أصناف الشوندر المنتشرة في العام هي أصناف هجينة، ولا يهم مربّي
النبات خصوبة الهجين الناتج من عدمها لأن الهدف الأساسي من زراعة المحصول
هو الجذر.

يتطلب إنتاج هجن الشوندر السكري توفر ثلاثة أمور:

1. سلالات عقيمة الذكر CMS
2. الطرز المعيدة للخصوبة Otype
3. سلالات ثنائية أو رياعية مانحة لحبوب اللقاح (خصبة)

باستخدام المعطيات الثلاث السابقة يمكن إنتاج الأنواع الآتية من هجن الشوندر السكري:

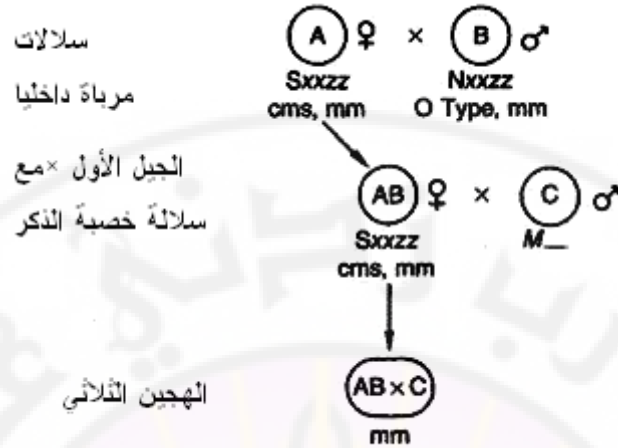
أولاً الهجين المفرد Single-cross:

ينتج الهجين المفرد عن تهجين الأب A مع الأب B. المتطلبات الأساسية لهذا النوع من التهجين هي أن يكون الأب المؤنث عقيماً CMS، ووحيد الجنين والأب المذكر منتج جيد لحبوب اللقاح. عادة يتم التهجين بين سلالات داخلية متباعدة للحصول على قوة الهجين في الجيل الأول، وليس بالضرورة أن تحتوي السلالة B على المورثين x و z (العوامل الوراثية المحورة أو المعدلة للتعبير الوراثي للعقم الذكري السيتو بلازمي) بحالة متتحة نظراً لأن الهجين الفردي A/B سوف لا يستخدم لإنتاج البذار، وهذا قد لا يكون له جدوى اقتصادية إذا كانت السلالة A ضعيفة النمو وغير قادرة على إنتاج البذور بكفاءة عالية.

استخدمت الهجن الفردية في USA لمقاومة مرض تجعد القمة.

ثانياً الهجين الثلاثي Three-Way Hybrid

يوضح الشكل (22) آلية إنتاج الهجن الثلاثية والتي تكون فيها دائماً السلالة الأم A عقيمة الذكر ووحيدة الجنين، يتم تهجين السلالة الأم مع السلالة B من الطراز المثبت للعقم O والمالك للطراز الوراثي Nxxzz وبهذا يكون الجيل الأول الناتج عن $B \times A$ عقيم الذكر ووحيد الجنين. يهجن الجيل الأول $B \times A$ كأب مؤنث مع السلالة C كأب مذكر وهي سلالة منتجة لحبوب اللقاح متعددة الأجنة. يحصد البذار المتكون على $B \times A$ وسيكون بهذه الحالة ووحيد الجنين.



الشكل (22) آلية إنتاج الهجن الثلاثية

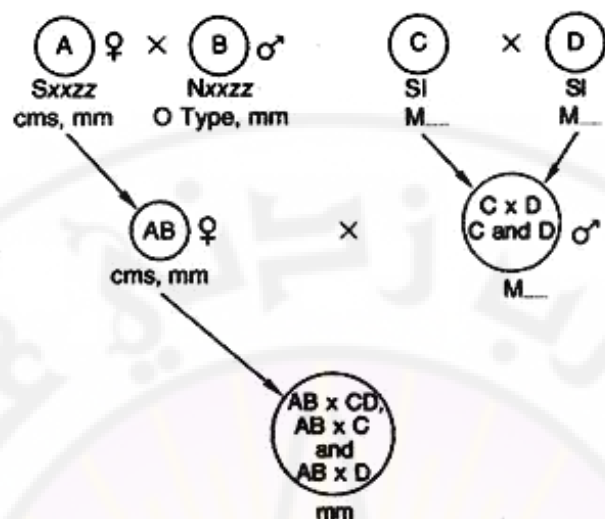
ثالثاً الهجن الزوجية:

تنتج الهجن الزوجية باستخدام ثلاث طرق تعتمد جميعها على العقم الذكري السيتوبلازمي، طريقة واحدة فقط تستخدم كل من العقم الذكري السيتوبلازمي والوراثي.

الطريقة الأولى:

تتضمن هذه الطريقة السلالة A (Sxxzz - CMS - وحيدة الجنين)، والسلالة B (طراز - Nxxzz - O - وحيدة الجنين) فيكون الهجين المفرد A × B عقيم الذكر. وتتضمن هذه الطريقة أيضاً السلالتين C, D المتميزة بعدم التوافق الذاتي فيما بينها Self-incompatible وبما أن السلالتين C, D عقيمتان ذاتياً يمكن إنتاج الهجين D × C ببساطة عن طريق خلط بذار السلالتين.

نهجن A × B مع C × D فينتج الهجين الزوجي ABXC مع القليل من الهجن الثلاثية ABXC و ABXD الشكل (23)



الشكل (23) إنتاج الهجن الزوجية باستخدام العقم الذكري السيتوبلازمي

الطريقة الثانية:

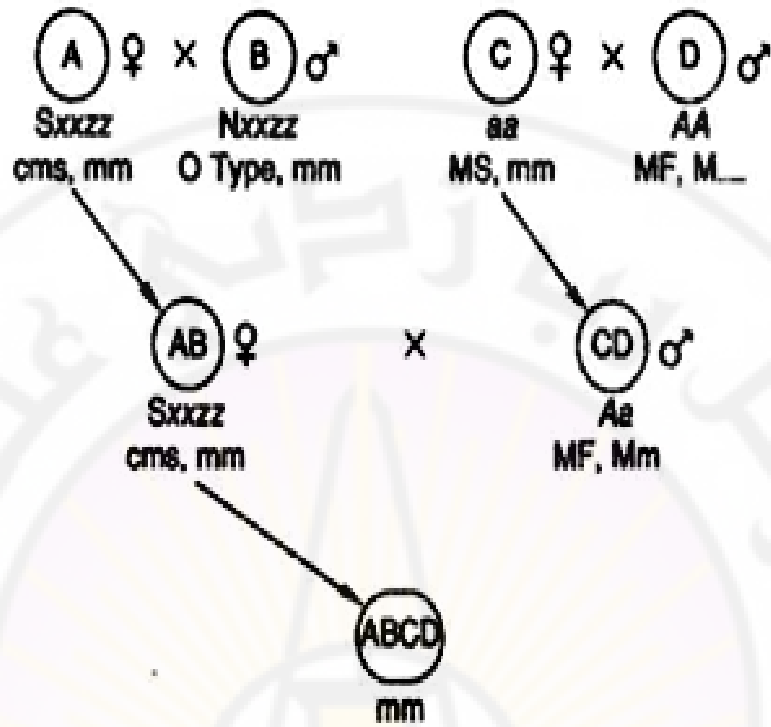
يبين الشكل (24) آلية إنتاج الهجن الزوجية باستخدام نوعي العقم

السيتوبلازمي والوراثي.

تكون السلالة A عقيمة الذكر وتركيبها الوراثي Sxxzz والسلالة B من الطراز المثبت للعقم O وبهذا تكون نباتات الهجين الفردي A/B عقيمة الذكر.

وتكون السلالة C عقيمة الذكر وتركيبها الوراثي aa بينما تكون السلالة D خصبة الذكر وتركيبها الوراثي AA وهي السلالة المنتجة لحبوب اللقاح وسيكون التركيب الوراثي للهجين الفردي (C/D) خليطاً لصفة العقم الذكري الوراثي Aa وقادراً على إنتاج حبوب اللقاح لإخصاب نباتات الهجين الفردي العقيم A/B.

يتم الحصول على السلالة C العقيمة الذكر ورثاً باقتلاع واستبعاد النباتات المنتجة لحبوب اللقاح وتركيبها الوراثي AA أو Aa في الأجيال الانعزالية وتترك فقط النباتات العقيمة الذكر aa.



الشكل (24) آلية إنتاج الهجن الزوجية باستخدام نوعي العقم السيتوبلازمي والوراثي

الطريقة الثالثة:

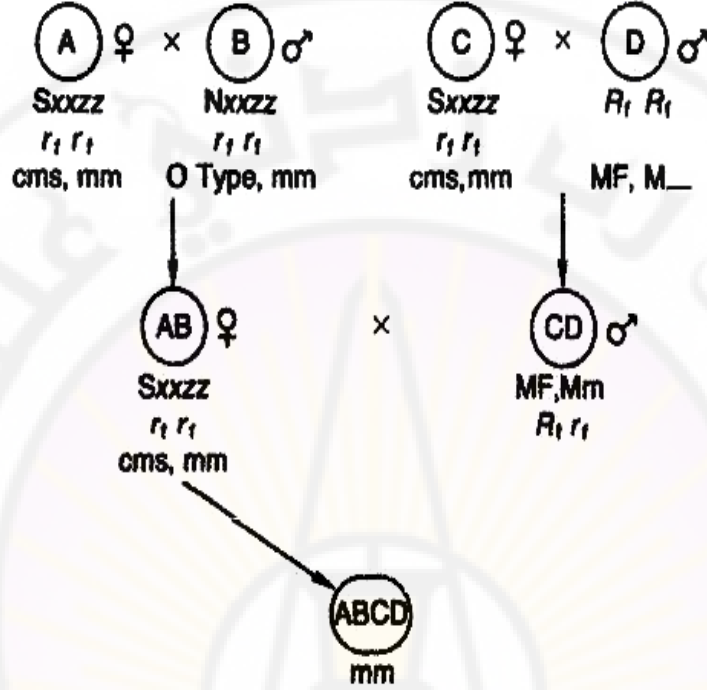
تستخدم الطريقة الثالثة مورثات إرجاع الخصوبة في إنتاج الهجن الزوجية الشكل (25) حيث ينتج الهجين المفرد $A \times B$ من تهجين السلالة A عقيمة الذكر CMS مع السلالة B من الطراز O المثبت للعقم، وكل من A و B وحيدة الجنين. السلالة C عقيمة الذكر CMS و السلالة D تحمل مورث إرجاع الخصوبة Rf (Rline).

يلقح الهجين المفرد الخصب CD الهجين العقيم AB فينتج الهجين الزوجي ABXCD. تسمى هذه الطريقة بطريقة إرجاع الخصوبة وهي طريقة قليلة الاستخدام للأسباب الآتية

1. الاستعادة غير التامة للخصوبة

2. الكميات غير الكافية من حبوب اللقاح المنتجة من C×D في بعض

البيئات.



الشكل (25) آلية إنتاج الهجن الزوجية باستخدام العقم السيتوبلازمي ومورثات إرجاع الخصوبة

يتطلب إنتاج الأصناف الهجينة من الشوندر السكري:

1. إنتاج سلالات ذاتية التلقيح .
2. تحديد التركيب الهجيني من السلالات الذاتية التلقيح الذي يعطي إنتاجا عاليا في الهجن الفردية وفي الهجن الزوجية أيضا .
3. إدخال صفة العقم الذكري للأب المنتج للبذور .

يتم الحصول على السلالات الذاتية التلقيح بإجبار الشوندر السكري الأم على التلقيح الذاتي المستمر وانتخاب الأشكال المقاومة للأمراض والتي تتصف بجذورها الجيدة وبالمحتوى العالي من السكر إضافة لصفات الجودة وسواها من الصفات المحصولية الهامة .

ويمكن أن يكون محصول البذور منخفضا إذا كان النبات يتمتع بدرجة عالية من العقم الذاتي . ويجري اختبار السلالات للمقدرة على التوافق باتباع أسلوب التهجين القمي. ويجب أن يكون الصنف الاختباري أحد أصناف شوندر المائدة أو طراز الشوندر السكري ذو السوقية الجنينية العليا الحمراء اللون.

تزرع السلالات الذاتية التلقيح في خطوط متبادلة مع خطوط الصنف الاختباري. تحصد البذور الناتجة عن التلقيح المفتوح من نباتات السلالات فقط وتستخدم في تجارب مقارنة الغلة. تتميز النباتات الهجينة في هذه الحالة عن غيرها من النباتات بوجود اللون الأحمر السائد المنحدر من الأب الاختباري, وتستبعد النباتات الناتجة عن التلقيح الذاتي والتي تكون غير ملونة .

وبناء على نتائج اختبار الهجن القمية تختبر السلالات المتصفة بالقدرة العالية على التوافق ثنائية في تركيب الهجن الفردية والهجن الزوجية لتحديد أفضل الهجن (اختبار القدرة الخاصة على التوافق).

تدخل صفة العقم الذكري السيتو بلازمي للسلالات الذاتية التلقيح بوساطة التهجين الرجعي المتكرر للسلالة مع النباتات العقيمة الذكر ويجب غربلة وانتقاء الشوندر الأم والسلالات الذاتية التلقيح المنحدرة منها بعناية فائقة لانتقاء النباتات أو السلالات من الطراز المثبت للعقم (Nxxzz) وهذه النباتات هي التي ستستخدم في تكوين السلالات العقيمة الذكر وإكثارها من موسم لآخر.

تشير الدراسات إلى أن نحو 50% من أصناف الشوندر السكري المفتوحة التلقيح هي من الطراز المثبت للعقم O بينما يؤدي وجود أحد العاملين الوراثيين X أو Z بالحالة السائدة مع وجود السيتو بلازم العقيم S إلى إنتاج نباتات عقيمة الذكر جزئيا. خطوات تطوير الشوندر السكري الهجين:

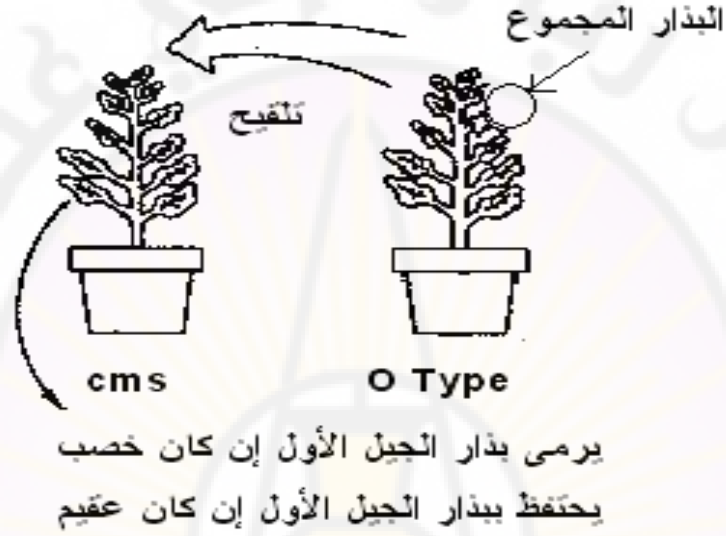
1- تطوير الأمهات والمحافظة على السلالات: يجب أن يتمتع الأب المؤنث

بالشروط الآتية:

1. سيتوبلاسم عقيم.

2. بذور وحيدة الجنين.

إنتاج الطراز O وتحويله إلى سلالة عقيمة الذكر ضروري من أجل تطوير الأمهات، وينتج هذا الطراز بتهجين نباتات منتخبة فرديا مع سلالة معروفة عقيمة الذكر من نوع CMS الشكل (26) ثم تحصد البذور من النباتات عقيمة الذكر



الشكل (26) تقييم النسل الناتج عن التهجين بين السلالة العقيمة والسلالة المرجعة للخصوبة

يتم تقييم النسل F1 من أجل الخصوبة Fertility فإذا كان F1 الناتج عن النباتات المنتخبة عقيم هذا يعني أن الآباء (النباتات المنتخبة) **xxzz** ويمكن اعتبارها طراز O جيد.

ملاحظة الطراز O واحد من ثلاثة طرز هي:

O

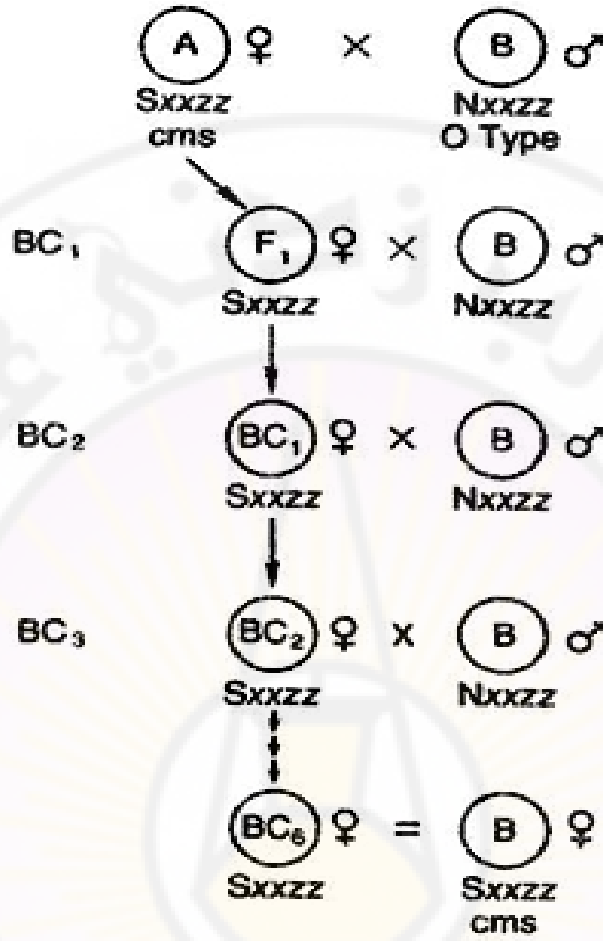
I

II

يدخل العقم الذكري السيتو بلازمي للسلاسل الذاتية التلقيح عن طريق التهجين الرجعي، حيث تستخدم النباتات العقيمة كأمهات بينما تستخدم السلاسل الذاتية التلقيح كأباء مذكرة الشكل (27). فقد وجد إن هناك ثلاثة طرز من الآباء الملقحة تعرف باسم الطراز O، والطراز I والطراز II.

تستطيع النباتات الطراز O ذات التركيب الوراثي Nxxzz إنتاج أنسال عقيمة الذكر عقمًا تامًا عند تهجينها مع الأمهات العقيمة الذكر ذوات التركيب الوراثي Sxxzz. وينتج الطراز I حوالي 5_30 % من النسل العقيم جزئيًا بينما ينتج II حوالي 50% من النسل العقيم تمامًا و25% منه عقيم جزئيًا والباقي خصب .

ويجب عدم استخدام الطرازين I و II عند الرغبة في إنتاج سلالات عقيمة الذكر. وتبقى السلالات الذاتية التلقيح من الطراز O هي السلالات التي يمكن تحويلها بنجاح إلى سلالات عقيمة الذكر نظرًا لأن المحافظة على سلالات العقيمة وإكثار بذورها يتطلب إجراء التهجين الرجعي سنويًا مع الأب الخصب المثبت للعقم من الطراز O تم تحديد مورثين يتحكمان بظاهرة العقم الذكري هما a1 و a2 فضلًا عن العقم الذكري السيتوبلازمي. ويبدو إن المورثين a1 و a2 ليس لهما علاقة بالمورثات x و z اللذين يحوران العقم الذكري السيتو بلازمي .



الشكل (27) إنتاج السلالات عقيمة الذكر

2- تطوير الآباء:

الأب المذكر يجب أن يتضمن الشروط الآتية:

1. مقدرة عامة على الخلط عالية
 2. مقدرة خاصة عالية على الخلط مع الأب المؤنث المستخدم في التهجين
- يعد الانتخاب الدوري مع اختبار النسل أفضل طريقة لتحسين المجتمعات والتوصل للآباء المانحة لحبوب اللقاح والتي تكون حصراً متعددة الأجنة (Multigerms) لأنها أكثر قدرة من أحادي الجنين (Monogerm) على إنتاج ونشر حبوب اللقاح وإنتاج البذار الهجين عند تهجينها مع السلالة العقيمة CMS.

3-تنفيذ برنامج التهجين

4-تقييم الهجين لصفات الغلة والنوعية والمقاومة للأمراض...

تقيم الهجن لعدة سنوات وفي عدة مواقع ضمن تجارب بتصميم إحصائي يتضمن مكررات، مع ضرورة تنفيذ العدوى الصناعية لتقييم مقاومة الهجن للأمراض.

5-إكثار بذار الآباء المكونة للهجن.

الإنتاج التجاري لبذور الشوندر السكري الهجين:

يوجد طريقتان لإنتاج البذار الهجين تجارياً:

1-زراعة خليط من البذور 85-90% أحادي الجنين عقيم الذكر، و5-10% عديد الأجنة منتج لحبوب اللقاح (خصب)، مع التأكد من توزيع الملقحات بشكل متساوي على الصفوف. تحصد البذور ويقسم المتعدد منه ميكانيكياً.

2-تزرع خطوط متبادلة من السلالات العقيمة الذكر والملقحات (الأمهات والآباء) بحيث تبعد عن بعضها 1.8 متر، وتكون نسبة السلالات الملقحة إلى السلالات الأم عقيمة الذكر 4-12 أو 4-16 وذلك حسب قدرة الآباء على إنتاج حبوب اللقاح. تطوش الآباء قبل 3 أسابيع من حصاد البذور العقيمة الذكر.

6- التربية باستخدام التضاعف الصبغي:

أدى اكتشاف الكولشيسين Colchicine وسهولة استخدامه إلى مضاعفة صبغيات العديد من النباتات أملاً في إحداث تقدم سريع في تحسين المحاصيل الزراعية. وكان هذا المركب (الكولشيسين) ولا يزال المركب الرئيس المستخدم في إحداث التضاعف منذ أكثر من نصف قرن، وهو يستخرج من نبات *autumnale* الذي يحتوي على المركب بنسبة 0.04% من وزنه الجاف.

يحدث الكولشيسين التضاعف وذلك من خلال تأثيره على منع تكون خيوط المغزل أثناء انقسام الخلية، وهو ما يمنع هجرة الصبغيات إلى قطبي الخلية فتتكون نواة جديدة تحوي ضعف العدد الأصلي من الصبغيات، ونظراً لأن عدد الصبغيات يستمر في

التضاعف مع كل انقسام جديد مادام تأثير الكولشسين باقيا لذا يجب التوقف عن المعاملة بهذا المركب بعد انقضاء الفترة اللازمة لإحداث التضاعف المطلوب.

تعد النباتات التي تزرع لأجل أجزائها الخضرية أكثر النباتات استجابة للتربية بالتضاعف، فالشوندر السكري الثلاثي يملك جذورا أكبر حجما من جذور الثنائي مع تساوي نسبة السكر في كليهما، ويترتب على ذلك زيادة كمية السكر الممكن إنتاجها من وحدة المساحة.

تعد العقبة الرئيسية أمام الاستفادة من هذه الحقيقة هي إنتاج البذور الثلاثية إذ يتطلب ذلك زراعة سلالات ثنائية وأخرى رباعية في خطوط متبادلة لتتلاقح فيما بينها، ولكن السلالات الثنائية وهي التي تعطي محصولا عاليا من البذور لا تنتج سوى نسبة منخفضة من البذور الثلاثية، بينما الرباعية وهي التي تعطي نسبة عالية من البذور الثلاثية يكون إنتاجها منخفضا للغاية.

ويمكن الاستفادة من طرازين من التضاعف الصبغي هما الشوندر الثلاثي والشوندر الرباعي .

ويمكن الحصول على الشوندر المتضاعف الرباعي الذاتي بمضاعفة العدد الصبغي لنباتات منتخبة ثنائية المجموعة الصبغية . ويمكن إنجاز ذلك بمعاملة البادرات أو البذور المنتشة بالكولشيسين .

وقد تبين أن النباتات المتضاعفة المنحدرة من سلالات ذاتية التلقيح وأصناف الانتخاب الإجمالي كانت متأخرة في النضج مع تدني نسبة السكر في جذورها. ومقاربة في غلة الجذور للسلالات الأبوية الثنائية، ويمكن الحصول على طرز رباعية عالية الإنتاج بإجراء المزيد من العمل التربوي المكثف خصوصا في الأشكال الأبوية .



الفصل الحادي عشر

القطن

الاسم الإنكليزي Cotton

الاسم العلمي *Gossypium Sp.*

العائلة الخبازية Malvaceae

التقسم النباتي والنشأة الوراثية

ينتمي جنس القطن *Gossypium* إلى العائلة الخبازية *Malvaceae*. نال الجنس *Gossypium* اهتمام الكثير من العلماء منذ زمن طويل، فالعالم النباتي Bogin 1625م أول من قسم جنس القطن - على أساس مورفولوجي - إلى أربعة أنواع، بينما Linnaeus 1753م قام بتصنيف القطن إلى خمسة أنواع:

G.herbaceum

G.arboreum

G.brbadense

G.hersutum

G.religiosum

وجرت العديد من المحاولات لتقسيم جنس القطن اعتماداً على العديد من المقاييس، فكان تقسيم Hutchinson 1947 أكثر التقسيمات انتشاراً وشمولاً، اعتمد فيه على الصفات المورفولوجية والفيزيولوجية والوراثية وغيرها. قسم Hutchinson الجنس إلى ثمانية أقسام:

-القسم الأول *Sturtiana* ويضم نوعين استراليين

G.sturtii

G.robinsonii

وهذه الأنواع برية عديمة الشعر وذات سوق ملساء

القسم الثاني *Erioxyla* ويضم الأنواع التالية:

G.harknessi

G.armourianum

G.aridum

تتصف هذه الأنواع بكونها برية عديمة الشعر، تملك أوراقاً تامة الحافة، وأذينات قصيرة تسقط باكراً والأفرع خالية من الوبر، والأفرع الثمرية قصيرة وتنتشر في المكسيك وكاليفورنيا.

-القسم الثالث Klotzscniana ويضم الأنواع التالية:

G.klotzchianum var davidsonii

G.raimondii

تتصف نباتات هذه الأنواع بأوراقها تامة الحافة، وأفرعها الثمرية طويلة السلاميات. تنتشر غرب المكسيك.

-القسم الرابع Thurberiana ويضم الأنواع التالية:

G.thurberi

G.trilobum

G.gossypioids

نباتات هذه الأنواع عديمة الشعر، ذات أوراق مفصصة 3-7 فصوص، وقنابات كاملة الحافة نادراً ما تكون مفصصة. تنتشر في المكسيك وولاية أريزونا.

-القسم الخامس Anomala يضم:

الأنواع البرية في جنوب غرب إفريقيا وأريتريا والصومال والجزء الجنوبي من شبه الجزيرة العربية وهي:

G.triphyllum

G.areysianum

تتميز هذه الأنواع ببذور تحمل زغبا فقط مع غياب الشعر، والقنابات مستقيمة كاملة أو ذات ثلاثة أسنان.

-القسم السادس Stochsina يضم:

الأنواع البرية جنوب شبه الجزيرة العربية والصومال وهذه الأنواع هي:

G.stocksii

G.somalense

نباتات هذه الأنواع ذات بذور زغبية، وقنابات بيضوية كبيرة الأسنان.

-القسم السابع **Herbacea** يشتمل على:

الأنواع المزروعة التي تحوي 13 زوجا من الكروموزومات $2n=26$ وهي أقطان العالم القديم، وتضم:

1- القطن الهندي أو الآسيوي أو الصيني ***G.arboreum*** :

2- القطن الإفريقي أو العشبي ***G.herbaceum* L.** :

-القسم الثامن **Hirsuta** ويضم:

الأنواع الأمريكية المزروعة التي تحوي 26 زوجا من الكروموزومات $2n=52$ وهي أقطان العالم الجديد.

3- القطن الأمريكي ***G.hirsutum* L.(upland)**

ويتبع هذا النوع:

1- ***G.h.var.marie-galant***

2- ***G.h.var.punctatum***

3- ***G.h.var.latifolium***

4- قطن أمريكا الجنوبية أو قطن بيرو أو القطن المصري ***G.barbadense*(Sea island)**

ويتبع هذا النوع:

1- ***G.b.var.darwinii***

2- ***G.b.var.brasiliense***

5- قطن تومينتوزا ***G.tomentosum***

وقام Fryxell عام (1969) بالتقسيم الأكثر واقعية للجنس *Gossypium* إذ قسمه إلى أربعة تحت أجناس، وثمانية أقسام، وعشرة تحت أقسام، وتسعة وثلاثين نوعاً منها خمسة أنواع مزروعة هي:

<i>G.hirsutum</i>	القطن الأمريكي (المكسيكي)
2=52	
<i>G.barbadense</i>	قطن أمريكا الجنوبية أوقطن بيروأوالقطن المصري
2=52	
<i>G.tomentosum</i>	قطن تومينتوزا
2=52	
<i>G.herbaceum</i>	القطن الإفريقي أوالعشبي (الأفروأسيوي)
2=26	
<i>G.arboreum</i>	القطن الهندي أوالآسيوي أوالصيني (الهندوصيني)
2=26	

ولا بد هنا في مجال التصنيف النباتي لجنس القطن أن نورد التقسيم الخلوي لأنواع القطن، حيث تقسم أنواع القطن إلى ثلاثة أقسام حسب عدد وحجم الصبغيات وتوزيعها الجغرافي على النحو التالي :

عدد الصبغيات	المجموعة الرئيسة والأنواع التابعة لها	حجم الصبغيات	التوزيع الجغرافي
الدنيا القديمة	<i>G.herbaceum</i>	كبير	آسيا وإفريقيا
2=26	<i>G.arbreum</i>	كبير	آسيا وإفريقيا
	<i>G.anomalum</i>	متوسط	إفريقيا
	<i>G.triphyllum</i>	كبير جداً	إفريقيا
الدنيا الجديدة	<i>G.thurberi</i>	صغير	أريزونا
الأنواع الثنائية	<i>G.armourianum</i>	صغير	ونيو مكسيكو
2=26			مكسيكو

أمريكا	13 صغير+13 كبير	<i>G.hirsutum</i>	الدنيا الجديد
الشمالية	13 صغير+13 كبير		الأنواع الرباعية
والجنوبية		<i>G.barbadense</i>	2ن=52
أمريكا			
الجنوبية			

أهداف تربية القطن: لا توجد أصناف قطن مثالية خالية من العيوب، فبعضها تظهر عيوبه منذ بداية انتشاره، والأخرى تظهر عيوبها بعد عدة مواسم من زراعتها.

يواجه مربي النبات صعوبات نتيجة الارتباط السلبي بين العديد من الصفات الاقتصادية، مما يجعله غير قادر على جمع الصفات المرغوبة (صفات الألياف- الغلة-مقاومة الآفات...) كلها في طراز واحد. ومن أهم أهداف مربي النبات:

1-الصفات الزراعية

تتكون الغلة من ألياف القطن من:

1. وزن الألياف على البذرة

2. عدد البذور على الجوزة

3. عدد الجوزات في وحدة المساحة

تعد الغلة من الألياف الهدف الرئيس لمربي نبات القطن. وقد وجد أن نسبة الألياف (جزء من القطن غير المحلوج) تملك معامل ارتباط وراثي عالي 0.70-0.90 مع الغلة من الألياف رغم أنها ليست مكون حقيقي من مكونات الغلة من الألياف، وبينت العديد من الأبحاث أن درجة التوريث لصفة الغلة من الألياف بين 0.29-0.66 بينما لصفة نسبة الألياف 0.78-0.81. يتفاعل معدل الألياف (وزن الألياف المأخوذة من 100 بذرة) ومعدل البذور (وزن 100بذرة) ليحدد نسبة الألياف، وبلغت درجة التوريث لهذه الصفة 0.87.

نسبة الألياف = معدل الألياف / معدل الألياف + معدل البذور نسبة الألياف - إلى حد ما- مكون يعبر عن الغلة ولا سيما أنه يمتلك معامل ارتباط عالي مع الغلة من الألياف، وهو أسهل في التقدير من معدل الألياف لأنه لا يحتاج إلى عد بذور للتقدير بل يمكن تقديره بعينات كبيرة.

2-الباكورية

تعبر عن عدد الأيام المطلوب لنضج المحصول بشكل جيد ضمن الظروف السائدة. أشار Niles and Feaster إلى أن درجة الباكورية ترتبط بكل من نسبة الإنبات، وعدد الأيام حتى ظهور أول زهرة، ومعدل الإزهار، و عدد الأيام حتى ظهور أول جوزة، نسبة الجوز المتبقية، ونسبة الجوز الناضج.

تتوفر معلومات قليلة عن طبيعة توريث مكونات الباكورية، ويمكن التحكم بهذه المكونات بسهولة عبر عمليات الانتخاب. إلا أن التذكير المفرط سيؤثر على الغلة من الألياف. للتذكير في النضج ميزات كثيرة إذ إنه يسمح بنمو النباتات في وقت تسود فيه الظروف الجوية المناسبة ويسمح بجني المحصول قبل حدوث الانقلابات الجوية في بداية الخريف . كما يساعد التذكير في النضج على تقليل الأضرار التي تحدث بفعل الإصابة بالأمراض والحشرات.

وتعتبر التربية لإنتاج أقطان مبكرة سريعة الإثمار من أفضل الخدمات التي قدمها مربو القطن في أوائل القرن العشرين لإنقاذ صناعة القطن من الدمار بسبب انتشار حشرة سوس جوز القطن في الولايات المتحدة نظرا لأن الأقطان المبكرة يتم جنيها قبل انتشار الحشرة بشكل كبير.

وقد ازداد الاهتمام بهذه الصفة نتيجة انتشار دودة الجوز القرنفلية . لذا تبذل الجهود لدراسة صفة التذكير في النضج من الناحية الوراثية والفيزيولوجية والاستفادة من هذه الدراسات في تربية أصناف من القطن الأمريكي أكثر تبكيرا. وتختلف الوسائل المتبعة لتقدير درجة التذكير للسلاسل المرباة .

وأفضل طريقة هي حساب نسبة القطن في أول جنية والسلالة التي تعطي نسبة أكبر هي السلالة الأكثر تكبيرا.

وعلى المربي أن ينتقي الموعد المناسب لأول جنية بحيث تظهر الفروق للسلالات المختلفة بوضوح، وقد يستعمل تاريخ ظهور أول برعم زهري أو تاريخ تفتح أول زهرة أو تفتح أول جوزة أو ارتفاع أول فرع ثمري كمقاييس لموعد النضج ودرجة التكبير.

3- تحمل الإجهادات البيئية:

لوحظت تباينات وراثية في تحمل طرز القطن المختلفة للملوحة والحرارة والبرودة والجفاف. يسعى مربو النبات لاستغلال هذه التباينات لتربية أصناف تتناسب ظروف بيئية محددة ومناطق زراعية معينة.

4- الملائمة للحصاد الآلي:

طورت العديد من الأصناف في الدول المهتمة بزراعة القطن لتناسب عملية الحصاد الآلي، والتي تتصف بالآتي:

1. أن تكون السلاسل المكونة للأفرع الثمرية قصيرة، والنبات منضغط دون تفرعات جانبية طويلة.
2. التكبير في النضج وقصر الفترة الزمنية اللازمة لتمام النضج.
3. عدم سقوط الجوز على الأرض.
4. أن يكون الجوز المتفتح مرتقعا عن سطح الأرض وذلك بأن يكون أول فرع ثمري على عقدة عالية، وأن تكون الأفرع الخضرية قائمة غير مفترشة .
5. أن يكون أغلب الجوز المتفتح الذي يحمله النبات قريبا من الساق الأصلي للنبات .
6. أن تباعد مصاريح الجوزة عن بعضها جيدا عند التفتح كي يسهل التقاط القطن المحبوب منها
7. أن يكون من السهل تساقط الأوراق والقنابات عقب تفتح غالبية الجوز طبيعيا .

8. وقد وجد أن عدم وجود شعيرات على الأوراق أو تساقط القنابات الزهرية طبيعيا يساعد على عدم التصاقها بالقطن المتفتح، وبذلك تتخفض نسبة الشوائب في القطن المجموع آليا وترتفع رتبته نتيجة ذلك، ويعد النوع *G.harkanessii* مصدرا وراثيا لصفة تساقط القنابات الزهرية قبل النضج وبالتالي الحصول على قطن نظيف.

تعد مشكلة القطاف اليدوي المكلف والمتعب من أولويات برامج تربية القطن ولا سيما أن الأصناف المعتمدة حاليا من القطن غير ملائمة للجني الآلي.

5-مقاومة الأمراض والحشرات:

تسبب الآفات ضياع جزء كبير من محصول القطن، فقد سببت حشرات القطن (ديدان اللوز - دودة ورق القطن - مسقط البراعم...) في الموسم الزراعي 1981-1982 ضياع 16.1% من أقطان العالم.

تعد التربية لمقاومة الحشرات من أهم مكونات برامج التحسين الوراثي للقطن، وقد عرفت العديد من الصفات التي تسهم في مقاومة الحشرات الأوسع استخداما الأصناف عديمة الغدد الرحيقية، وقد بينت الدراسات الوراثية أن صفة المقاومة لبعض الحشرات تورث بسهولة وبساطة مثل صفة غياب الغدد الرحيقية *Nectrailess*، بينما تورث صفات أخرى مرتبطة بمقاومة الحشرات بصورة أكثر تعقيدا مثل زيادة تركيز أدهيد التربينين *Aldehyde terpenoid* في براعم الأزهار، يسهم أدهيد التربينين في مقاومة يرقات ديدان اللوز، ويعمل مربو النبات في العالم على إيجاد مصدر وراثي للمحتوى العالي من هذا المركب. ويعد النوع *G.tomentosum* من المصادر الوراثية الهامة لمقاومة حشرة جاسيد القطن، وذلك من خلال الطبقة الكثيفة والطويلة من الزغب التي تغطي أوراقه، وقد بينت الدراسات الوراثية أن العاملين الوراثيين H1-H2 يتحكمان بصفة وجود الزغب على الأوراق. يصاب القطن بالعديد من الأمراض مثل الذبول، والخناق، والتبقع الزاوي، وقد عرفت العديد من المورثات المسؤولة عن مقاومة مرض *Bacterial blight* التبقع الزاوي

ويوجد حالياً العديد من الأصناف ذات المناعة التامة للمرض، كما يزداد مستوى المقاومة لذبول الفيوزاريوم سنوياً.

ترتبط المقاومة للفيوزاريوم جزئياً وبصورة إيجابية مع المقاومة للنيماتودا، فالنيماتودا تسبب جروحاً في الجذور تسهم في دخول المسبب المرضي للذبول، واستخدمت الأصناف المصرية والطشقدية من القطن *G.barbadense* كمصدر لمقاومة الأصناف الأمريكية لذبول الفيرتيسيليوم لأنها تملك مقاومة عالية لهذا المرض وذلك من خلال عمليات التهجين بين أصناف النوعين المذكورين.

6- صفات البذور والألياف:

يحدد الفراز بخصبته صفات تيلة القطن (نسبة الشوائب- اللون- طول التيلة- رتبة القطن- نعومة التيلة...). ومن الصفات التكنولوجية الهامة:

الطول: من أوضح صفات الشعرة، وتحدده درجة استطالة الجدار الأولي للشعرة أو ما يسمى فترة النمو الطولي. ويعود طول التيلة إلى عوامل وراثية تتأثر إلى حد ما بظروف البيئة، فأصناف القطن وأنواعه تختلف في أطوال تيلتها، ونظراً لأهمية طول التيلة فقد أصبحت هدفاً للعديد من الدراسات الوراثية والبيئية، فقد أثبتت الدراسات أن صفة الطول كمية يحكمها 4 - 5 أزواج من العوامل الوراثية، وتبين أن صفة الطول سائدة سيادة غير تامة على القصر، وأن درجة توريث هذه الصفة وصلت في بعض الأبحاث إلى 67%. ونذكر ببعض المصطلحات المستخدمة في هذا المجال:

متوسط الطول: هو المتوسط الحسابي لطول الشعيرات الموجودة في العينة.

الطول المنوال: عبارة عن طول الشعيرات الأكثر تكراراً في العينة.

الطول الوسيط: هو عبارة عن طول الشعيرات التي يكون عندها عدد الشعيرات الأكثر طولاً = عدد الشعيرات الأقل طولاً.

انتظام الطول: تملك الشعيرات المتوضعة على بذرة القطن أطوالاً متفاوتة بقدر كبير تقدر نسبة الانتظام Uniformity Ratio من معطيات جهاز الفيبروغراف وحسب المعادلة التالية:

نسبة الانتظام $UR = (\text{متوسط الطول} / \text{متوسط النصف العلوي}) \times 100$ وتعد الأقطان متجانسة الطول إذا زادت نسبة الانتظام عن 80% وقليلة الانتظام إذا انخفضت النسبة عن 74%. يحرص الغزلون على استخدام أقطان منتظمة الطول قدر الإمكان لأنه كلما زادت درجة الاختلاف، زادت نسبة العوادم.

متانة الألياف: تصنف المتانة مع الصفات الطبيعية وكذلك الميكانيكية لشعرة القطن. وتعرف المتانة بأنها مدى مقاومة شعيرات القطن منفردة أو مجتمعة لقوى القطع المختلفة. رغم أهمية المتانة باعتبارها صفة طبيعية لشعرة القطن فقد تأخر إدراك أهميتها في التصنيع بسبب صعوبة تقديرها، وتعد المتانة الصفة الثانية بعد طول الشعيرات من حيث الأهمية. وتعد المتانة صفة وراثية، تخضع لتأثير العوامل البيئية المختلفة.

والاستطالة: هي مقدار الزيادة في طول الألياف قبل قطعها، وأهمي الزيادة في الطول باستعمال مؤثر ما كقوة الشد. ويمكن التعبير عن الاستطالة إما بوحدات الزيادة الفعلية أو على صورة نسبة مئوية من الطول قبل حدوث أي امتداد فيه. فمتانة الألياف وحدها غير كافية كي تكون الألياف صالحة للغزل، وإنما بنفس الدرجة من الأهمية العلاقة بين قوة الشد على الألياف والاستطالة الحاصلة. تعد ألياف القطن متوسطة الاستطالة (من 5-10%)، وتعزى استطالة القطن إلى الترسيبات السيلولوزية اللولبية على شكل زوايا 25-60 درجة.

نعومة الألياف: نعومة الألياف من الصفات الهامة للغزل لأنها تؤثر على متانة الغزل ومظهره، ويتوقف عدد الشعيرات التي يمكن غزلها في خيط دقيق على نعومة الألياف، فكلما زادت النعومة أمكن غزل عدد أكبر من الشعيرات في الخيط وبالتالي

زيادة مساحة سطح الألياف في المقطع العرضي للخيط، وتزداد أهمية النعومة عندما يكون المطلوب إنتاج خيوط رفيعة. تتوقف النعومة على عاملين:

1. قطر الشعرة: تتأثر صفة قطر الشعرة أو محيطها بالعوامل الوراثية
2. سمك جدار الشعرة: تتأثر صفة سمك جدار الشعرة بالعوامل الوراثية، وتخضع للتأثيرات البيئية.

تأخر إدراك الأهمية التكنولوجية للنعومة للأسباب التالية:

1. عدم وضوح مفهوم النعومة (نعومة الملمس أم دقة الشعيرات ورفعها)
2. ارتباط صفة النعومة مع صفة الطول، فكانت صفات الأقطان المغزولة تنسب إلى الطول وليس للنعومة .

تملك صفات الألياف من طول ومتانة ونعومة _ عادةً _ درجة توريث مرتفعة فهي سهلة التحسين من خلال الانتخاب المباشر (Meredhth, 1984)، وتتميز معظم الصفات التكنولوجية بعلاقات ارتباط قوية مع بعضها البعض ومع الصفات الأخرى، فمثلاً ترتبط المتانة والاستطالة إيجابياً، والنعومة والطول إيجابياً والنعومة والغلة إيجابياً، بينما ترتبط المتانة والغلة سلبياً بمعاملات ارتباط تتراوح بين -0.36 حتى -0.69.

نضج الألياف: النضج صفة وراثية في تيلة القطن تتأثر بظروف البيئة، وتتوقف درجة النضج لصنف ما على النسبة بين سمك الجدار وقطر الشعرة، فكلما علت النسبة كان القطن أكثر نضجاً.

معظم الصفات الزراعية و صفات الألياف هي صفات كمية، وتبين من خلال التقدير الكمي لمكونات التباين في هجن من القطن المصري أن الأثر التراكمي للمورثات كان المسيطر على كل من صفة طول النبات، معدل البذور، معدل الحليج ، معدل

الألياف، طول الألياف عند 2.5%، المتانة، الانتظام في الطول، بالمقابل سيطر الفعل غير التراكمي على كل من صفة عدد الأيام حتى الإزهار، عدد الأيام حتى النضج، عدد الأفرع الثمرية، الغلة من القطن المحبوب/نبات، الغلة من الألياف، النعومة. وتراوحت درجة التوريث بالمفهوم الضيق من 24.7% لصفة الغلة من القطن المحبوب حتى 93% لصفة طول الألياف عند 2.5%، وتراوحت بالمفهوم الواسع بين 64.4 لصفة معدل الألياف، و94% لصفة طول الألياف عند 2.5% (ELKadi,etal.,2005) و يبين (الجدول، 22) قيم درجة التوريث لبعض الصفات الاقتصادية في القطن.

جدول (22) يبين قيم درجة التوريث لبعض الصفات الاقتصادية في القطن.

الصفة المدروسة	درجة التوريث بالمفهوم الضيق	درجة التوريث بالمفهوم الواسع
تفتح أول زهرة	61.60	82.30
تفتح أول جوزة	58.9	78.7
عدد الأيام من أول جوزة حتى الجني	58.8	77.8
عدد الأفرع الثمرية	37.0	93.0
طول النبات عند النضج	67.0	66.6
الغلة من القطن المحبوب	24.7	70.2

70.8	25.2	الغلة من الألياف
93.7	56.22	معدل البذور
64.4	33.3	معدل الألياف
67.7	60.0	معدل الحليج
80.0	79.0	نعومة التيلة
94.0	93.0	طول التيلة
79.0	70.0	متانة التيلة
65.0	64.0	انتظام طول التيلة

بالنسبة للصفات النوعية للبذور فقد وجد (Kohel 1978) اختلافات واضحة بين طرز القطن في محتوى البذور من الزيت يمكن استغلالها في تطوير نسبة الزيت في البذور، كما يسعى مربو النبات -كما ذكرنا- إلى إنتاج أصناف من القطن تخلو بذورها من الجوسيبول.

مراحل تحسين أصناف القطن:

يتضمن تطوير أصناف جديدة من القطن أربع مراحل هي:

1. وضع تصور عن الصنف المطلوب
2. إيجاد مجتمع التربية الذي سينتج الصنف المرغوب
3. إنتاج الصنف من المجتمع
4. إكثار البذار للصنف الجديد لنشره للزراعة

يجب أن يتمتع الصنف الجديد بغلة ثابتة أعلى من الأصناف المزروعة ومواصفات تكنولوجية عالية قياساً للأصناف المنتشرة، كما يجب أن يكون الصنف واسع التأقلم. يتم الاعتماد-عادة- على تهجين طرز وراثية من البنك الوراثي تحمل الصفات المرغوبة في الصنف الجديد، بعض برامج التربية تستخدم طريقة النسب للانتخاب في الأجيال الانعزالية للهجين المفرد، والبعض الآخر طريقة التجميع وأحياناً يتم نقل مورث أو مورثات محددة من البنك الوراثي للصنف الجديد.

طرائق تربية القطن:

القطن من المحاصيل ذاتية التلقيح مع نسبة من التلقيح الخلطي تتراوح من 15-30% تبعا للظروف البيئية السائدة والصنف وتوفر الحشرات الملقحة وبالمقابل تتميز حبوب لقاح القطن بثقلها ولزوجتها مما يجعل عملية انتقالها بوساطة الرياح لمسافات بعيدة احتمال قليل، وعلى ذلك فالتلقيح الذاتي هو الحالة السائدة ونتيجة لذلك تملك العديد من الأصناف قدرا ضئيلا من التباين يجعل إمكانية ممارسة الانتخاب الفردي للنباتات محدودة جدا.

ومن أهم طرق التربية:

1-الانتخاب الإجمالي:

يعتمد على انتقاء أفضل النباتات لصفة أو صفات محددة، وجمع بذورها معا ثم زراعتها في الجيل التالي دون تنفيذ أي اختبار، وتكرار ذلك جيل بعد آخر حتى التوصل إلى المستوى المطلوب من التقدم في الصفات المعنية بالانتخاب. تتوقف نتيجة الانتخاب الإجمالي على حالة الصنف الذي بدىء فيه الانتخاب، فإذا كان الصنف خليطا من عدة تراكيب وراثية يظهر التحسين بسرعة ويكون الانتخاب الإجمالي في هذه الحالة أسرع وأسهل الوسائل لرفع مستوى الصنف وإذا كان الصنف على درجة عالية من النقاوة، فإن أثر الانتخاب الإجمالي يكون قليل في كل جيل ويحتاج الأمر إلى الاستمرار في الانتخاب الإجمالي عدة سنوات لإحراز تحسن ملموس.

استخدمت هذه الطريقة خلال القرن التاسع عشر وبداية العشرين وساهمت في تطوير الغلة من الألياف، وهي حاليا غير مستخدمة في تحسين القطن.

2-الانتخاب الفردي:

تستعمل طريقة الانتخاب الفردي كوسيلة هامة لتربية أصناف محسنة من المحاصيل ذاتية الإخصاب، ومع أن الأسس العلمية التي بنيت عليها هذه الطريقة

بسيطة وسهلة إلا أن استخدامها لتربية أصناف جديدة محسنة يستلزم جهدا كبيرا وعناية فائقة.

استخدم الانتخاب لتحقيق غرضين :

1. المحافظة على نقاوة أصناف المزرعة .

2. استنباط أصناف جديدة من القطن .

والانتخاب في القطن يستخدم أساسا للمحافظة على نقاوة الأصناف نظرا لوجود نسبة من التلقيح الخلطي التي قد تكون عالية في بعض الأحيان، ويؤدي هذا غالبا إلى عزل سلالات محسنة من صنف معين وربما يؤدي لاستنباط صنف جديد محس . وقد تم استنباط أصناف عديدة باتباع طريقة الانتخاب الفردي في القطر العربي السوري فقد نشأ الصنف " رقة 5 " من انتخاب ضمن الصنف " طشقند 3 " والصنف " دير 33 " من الانتخاب ضمن الصنف الأمريكي "كارولينا كوين " ونبين فيما يلي الخطوات العملية المتبعة للتربية باستخدام الانتخاب الفردي:

1. ينتخب في السنة الأولى عدد كبير من النباتات الفردية التي تحل الصفات المرغوبة

2. تتم زراعة 25-50 بذرة من كل نبات منتخب في خط فردي خاص وتحصد بذور نباتات كل خط معا بعد استبعاد الخطوط التي يتضح مخالفة نباتاتها للنموذج المرغوب.

3. تتم مقارنة السلالات مع بعضها البعض - بصورة أولية - من حيث صفاتها النباتية والزراعية وينتخب أفضلها.

4. من السنة الرابعة إلى السنة السادسة تقارن السلالات المتبقية في مكررات، وتختبر من حيث مقاومتها للأمراض والحشرات.

5. من السنة السابعة إلى السنة التاسعة تختبر السلالات القليلة المتبقية في تجارب مقارنة المحصول الموسعة.

6. السنة العاشرة تجرب السلالات المتبقية ضمن ظروف المزارع ، ثم يجري إكثار البذار وتوزيعه على المزارعين.

يتوقف نجاح هذه الطريقة في تحسين القطن على مستوى الأصناف المتداولة، فإذا كانت غير خاضعة لعمليات التربية سابقا، فإنها تحتوي والحالة هذه عددا كبيرا من السلالات النقية المختلفة اختلافا كبيرا في صفاتها الاقتصادية، وتعد طريقة الانتخاب الفردي بهذه الحالة وسيلة سريعة وفعالة لعزل سلالات نقية ممتازة. وبالمقابل تتكون الأصناف المحسنة من عدد قليل من السلالات النقية المتشابهة، فلا يمكن استخدام الانتخاب الفردي في عزل سلالات جديدة أكثر امتيازاً من الأصناف المحسنة الأصلية، ويجب على المربي اللجوء إلى طرق أخرى.

3-طريقة انتخاب النسب:

انتخبت الأصناف الحديثة من القطن عبر عمليات الانتخاب ضمن الأجيال الانعزالية للهجن الناتجة عن الأصناف الموجودة سابقا، أو من تهجين طرز متنوعة من البنك الوراثي.

تتبع طريقة انتخاب النسب في تحسين كل من النباتات الذاتية والخلطية التلقيح التي لا تتدهور بالتربية الداخلية. ونبين فيما يلي الخطوات التفصيلية لمراحل التربية بهذه الطريقة:

اختيار الآباء

يقصد بالآباء الأصناف أو السلالات التي تهجن - معا - لبدء برنامج التربية. ويتعين لاختيارها تحديد الهدف من برنامج التربية، والصفات التي يرغب المربي في تجميعها معاً في الصنف الجديد. ويكون أحد الآباء - عادة - هو الصنف الشائع في الزراعة التجارية، ويكون الأب الثاني مكمل له في الصفة - أو الصفات - التي يرغب في تحسينها في الصنف التجاري. وقد يتطلب الأمر إدخال أب ثالث، أو رابع في التلقيحات، لإضافة الصفات المرغوب فيها، وهذا هو الأمر الغالب بالنسبة لمعظم

الأصناف المنتجة حديثاً. ولا يدل مظهر الآباء - عادة - على قدرتها على التآلف وتكوينها لانعزالات جيدة مرغوب فيها عند تهجينها معا لذا فان تحديد الهجن التي تعطي انعزالات جيدة يعد أولى مهام المربي في برنامج التربية.

تهجين الآباء وزراعة الجيل الأول :

قد يبدأ برنامج التربية بتهجين فردى (في حالة استعمال سلالتين فقط كآباء) أو هجين ثلاثي (في حالة استعمال ثلاث سلالات) ، أو هجين زوجي (في حالة استعمال أربع سلالات)، أو هجين متعدد السلالات Composite. تزرع بذور الجيل الأول للحصول على بذور الجيل الثاني . ويجب مقارنة نباتات الجيل الأول بالآباء للتأكد من أنها نباتات هجينة.

الجيل الثاني:

يزرع عدد كبير من نباتات الجيل الثاني يقدر بنحو 10 - 100 مثل عدد العائلات التي ينتظر انتخابها في الجيل الثالث، ويتوقف ذلك على مدى سهولة إجراء عملية التقييم في الجيل الثاني حيث يمكن زيادة العدد كلما كانت عملية التقييم أسهل . كما يمكن زيادة نسبة النباتات المنتخبة كلما ازدادت الاختلافات بين الآباء المهجنة معاً، تنتخب -عادة- 50 سلالة على الأقل في الجيل الثالث. وتجدر الإشارة إلى أن الجيل الثاني هو الجيل الذي يحدث فيه القدر الأكبر من الاختلافات الوراثية. ولا تسمح الظروف البيئية - في أغلب الأحيان- بظهور الصفات المرغوب فيها وتمييزها عن الصفات غير المرغوب فيها : مثل صفات المقاومة للأمراض والحشرات، و الصقيع وغيرها من الصفات، حيث يلزم في هذه الحالات تعريض النباتات للعدوى الصناعية بالآفات بدلا من الاعتماد على الإصابة الطبيعية التي ربما لا تحدث في الوقت المناسب، أو بالشدة الكافية، أو بالسلالة المطلوبة. تزال نباتات الجيل الثاني التي تبدو غير مرغوبة - مظهرها- بمجرد ملاحظتها وتنتخب من النباتات المتبقية ما يتميز منها بقوة النمو وبالصفات المرغوبة، ورغم أن حالة الخلط (عدم التماثل) الوراثي Heterozygosity تؤثر في الانتخابات في هذه المرحلة، إلا أن اختبارات النسل في الجيل الثالث تؤدي إلى التخلص من حالات قوة

النمو التي يكون مردها إلى الخلط الوراثي، ويتم استبعاد المزيد من النباتات بعد تنفيذ التقييم المخبري. يحتفظ في هذه الجيل - وكذلك في الأجيال التالية- بسجلات كاملة للنسب تدون فيها أرقام النباتات المنتخبة في الجيل الثاني (و أرقام العائلات و السلالات المنتجة في الأجيال التالية). بحيث يمكن تتبع نسب أي نبات في جيل، و يجب أن تتضمن السجلات بيانات عن كل الصفات الهامة، مثل قوة النمو، وموعد النضج، والمقاومة للآفات ...الخ، مع تسجيل لكمية المحصول في الأجيال المتأخرة.

الجيل الثالث والرابع و الخامس:

تزرع بذور الجيل الثالث والرابع بعد ذلك على مسافات أوسع مما في الزراعة التجارية، ولكن أضيق مما في الجيل الثاني. ويزرع عادة من 10-20 نباتا -أو أكثر- من نسل كل نبات منتخب في الجيل الثاني، ويكون كل نسل في خط واحد وتعد هذه الخطوط عائلات الجيل الثالث f3 Families . و يراعى أن يكون عدد النبات في كل عائلة بالقدر الذي يسمح بتحديد درجة الخلط الوراثي فيها. كما يزرع خط من أحد الأصناف الاختبارية مقابل كل 10 خطوط للمقارنة. يتم الانتخاب في الجيل الثالث على أساس أفضل النباتات في أفضل العائلات فتحدد:

أولاً- أفضل العائلات ثم تنتخب منها أحسن النباتات كما يجب أن تؤخذ في الحسبان النباتات الممتازة التي قد توجد في عائلات ضعيفة. ويستبعد جزء آخر من النباتات بعد الفحص المخبري، بحيث لا يزيد عدد النباتات المنتجة على عدد عائلات الجيل الثالث.

تعامل نباتات الجيل الرابع معاملة نباتات الجيل الثالث. وإذا ظهر أن بعض عائلات الجيل الرابع قد نشأت من نبات واحد مشترك في الجيل الثاني، وكان سلوك العائلات متشابهة في الجيلين الثالث والرابع... فإنه يمكن في هذه الحالة استبعاد بعض هذه العائلات ما دامت متماثلة.

و تعامل نباتات الجيل الخامس معاملة نباتات الجيل الرابع . إلا أنها تزرع على مسافة مشابهة لتلك المتبعة في الزراعة التجارية. وتكون المساحة المخصصة لكل

عائلة أكبر حتى يمكن الانتخاب لصفة كمية المحصول والجدير بالذكر أن الانتخاب حتى هذه المرحلة يجري على أساس النباتات الفردية، أي على أساس اختيار أفضل النباتات من أحسن العائلات، وزراعة بذورها منفصلة.

زراعة الجيل السادس إلى الجيل الثاني عشر:

يبدأ من الجيل السادس الانتخاب على أساس السلالات ، لأنها تكون قد وصلت إلى درجة عالية من التجانس الوراثي. وذلك بعد أن نفذ الانتخاب على أساس النباتات الفردية مع التلقيح الذاتي للنباتات المنتخبة من الجيل الثاني إلى الجيل السادس. و يتم تحديد أفضل العائلات، ثم تحصد بذور جميع نباتات كل عائلة معا وهي التي يطلق عليها- من الآن فصاعدا -اسم سلالة Line. وتكون زراعة سلالات الجيل السادس (أنسال النباتات الفردية المنتخبة من الجيل الخامس) في مساحات كبيرة نسبيا، ويفضل أن تكون زراعتها في مكررات إذا وجدت كمية كافية من البذور لذلك. ويبدأ في هذا الجيل تسجيل بيانات وافية عن كمية المحصول وتؤخذ بيانات وافية عن الصفات الاقتصادية الهامة في كل من الحقل والمخبر، ويتم على أساسها تخفيض عدد العائلات المنتخبة إلى 15 عائلة كحد أقصى تشكل سلالات الجيل السابع.

تزرع سلالات الجيل السابع في مكررات، مع مقارنتها بالأصناف التجارية الهامة. ويؤخذ بيانات عن المحصول والصفات الاقتصادية الهامة، و تحلل النتائج إحصائيا، وبناء على النتائج المحققة يخفض عدد السلالات المنتخبة إلى 4-5 سلالات فقط.

وتعامل الأجيال من الثامن إلى العاشر معاملة الجيل السابع، مع استمرار تنفيذ التجارب في مناطق الإنتاج المختلفة. وبناء على النتائج المحققة تخفض عدد السلالات المنتجة إلى سلالة واحدة أو سلالتين فقط . يزرع الجيلان الحادي عشر والثاني عشر في تجارب موسعة بالطرق المتبعة في الزراعة التجارية مع مقارنتها بالأصناف الهامة. وبناء على النتائج المحققة يتم الاختيار النهائي لسلالة واحدة تعطى اسماً لتصبح بذلك صنفاً جديداً.

4-الانتخاب المتكرر:

يستخدم الانتخاب المتكرر لزيادة تكرار المورثات المرغوبة، ففي دراسة استخدم فيها أسلوب الانتخاب المتكرر تمت زراعة سلالات من القطن (ناتجة عن نباتات مفردة في الجيل الرابع) بمكررين وموقعين لانتخاب أفضل 6سلالات من حيث الغلة، وبعد ثلاث دورات من الانتخاب المتكرر المظهري حققت عمليات الانتخاب المتكرر زيادة في الغلة في كل دورة انتخابية، وكان معدل الزيادة في الغلة للدورة الأخيرة يفوق متوسط السلالات الأبوية 29.7% ويفوق الأب الأعلى 13%

5-التهجين:

ترجع محاولات استعمال التهجين في تحسين القطن إلى عهد قديم عام 1790عندما هجن Roher صنفين من القطن للجمع بين وفرة المحصول ونعومة الليفة، فحصل على هجين قيم ومبكر عن الأبوين، وتم عام 1844 في الهند تهجين القطن الأفريقي والقطن والهندو صيني فزادت جودة الألياف وتصافي الحليج في الجيل الأول.

الغرض الأساسي من التهجين هو جمع الصفات المختلفة المرغوبة الموجودة في سلالتين أو أكثر في صنف واحد، وقد يجري التهجين بين صنفين مختلفين يحتوي كل منهما على الصفة المرغوبة بهدف حدوث ما يعرف بالانعزال المتجاوز الحدود Transgressive Segregation في بعض الصفات الكمية مثل الإنتاج، والتبكير في النضج وبذلك تتخطى صفات بعض الأفراد في الجيل الثاني حدود هذه الصفات في الأبوين، ويحدث ذلك إذا احتوى كل من الأبوين على عوامل وراثية مختلفة لنفس الصفة، ويؤدي التهجين أحيانا إلى جمع عوامل وراثية مختلفة من الأبوين في تراكيب وراثية جديدة Recombinations ينشأ عنها صفات لم تكن موجودة في الأبوين.

في الوقت الحالي يستخدم التهجين على نطاق واسع وفي كافة أنحاء العالم . والعديد من الأصناف التجارية العالمية نشأت عن طريق التهجين. يبدأ برامج التهجين عادة بإجراء التهجين بين صنفين أو سلالتين ثم تجمع البذور الهجينة وتزرع في الموسم

المقبل. وفي الموسم التالي تزرع بذور الجيل الثاني على مسافات متباعدة لإنتاج نباتات الجيل الثالث، وتجري التقديرات التالية : وزن الجوزة، تصافي الحليج، دليل التيلة ، وزن المائة بذرة ، طول التيلة ، النعومة، المتانة ، المقاومة لمرض الذبول، ويتم انتخاب النباتات المتفوقة في معظم الصفات والخواص الهامة وتجمع بذورها لزراعة الجيل الثالث في الموسم التالي . يزرع نسل كل نبات منتخب من نباتات الجيل الثاني مكونا عائلة منفصلة واعتبارا من الجيل الرابع والأجيال اللاحقة تمثل كل عائلة نبات فردي منتخب من عائلة الجيل السابق. ويبدأ الاختبار والتقييم للصفات الهامة والغلة بعد الجيل الخامس عادة حيث تدخل العائلات المتفوقة من التهجينات المختلفة في تجارب مقارنة أولية مع بعض الأصناف التجارية المزروعة. وبناء على نتائج المقارنات الأولية تنتخب العائلات المتفوقة وتدخل في تجارب مقارنة الغلة المتقدمة مع الأصناف التجارية على أن يتم تنفيذ هذه التجارب في عدة مواقع. وإذا ثبت أن هجيننا ما قد تفوق على الصنف المزروع يحال إلى لجنة اعتماد الأصناف لاعتماده والإيعاز لمؤسسة إكثار البذار وإدار أبحاث القطن لإنتاج بذار المربي ومن ثم إكثار بذار الصنف الجديد بعد تسميته.

اقترح العديد من الباحثين الانتفاع بظاهرة قوة الهجين في القطن أسوةً بالذرة الصفراء وذلك بإنتاج وزراعه الجيل الأول الهجيني، وتنتج البذور الهجينية بزراعة طرازين من القطن في خطوط متبادلة ويترك للحشرات الملقحة القيام بالتلقيح الخلطي الطبيعي وإنتاج البذور الهجينية لوحظت قوة الهجين في هجن القطن الأمريكية حيث تم الحصول في بعض الحالات على 32% زيادة في إنتاج الألياف عن الأب المتفوق وكذلك الأمر بالنسبة لصفة التبرير وبعض الصفات والخواص الأخرى .

كما لوحظت قوة الهجين أيضاً في الهجن النوعية بين القطن الأمريكي والقطن المصري وقد تم الحصول على هجن تفوقت في إنتاج الألياف على أفضل الأبوين بمقدار 21% وكذلك الأمر بالنسبة لصفتي المتانة وطول التيلة. وأكد العديد من الباحثين على أن المعدل النسبي لظاهرة قوة الهجين يزداد في الهجن الناتجة عن

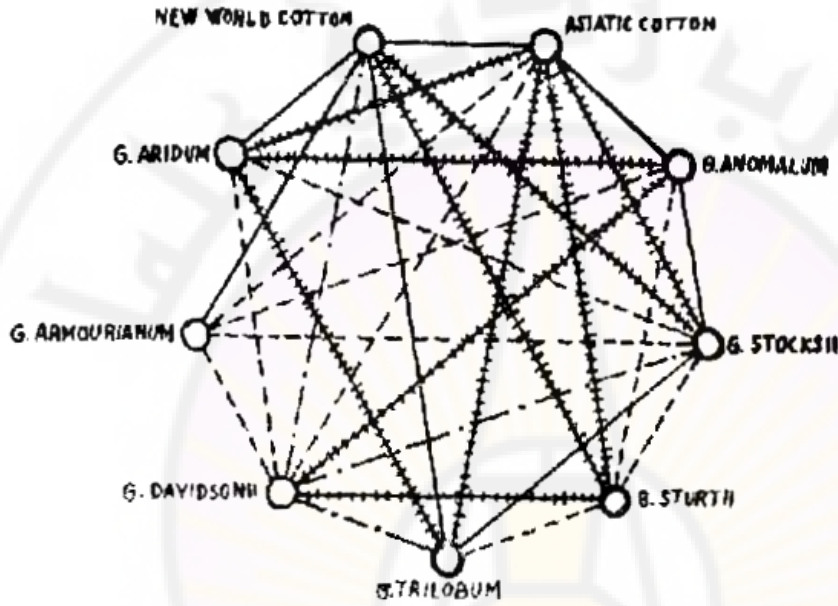
سلالات متباعدة جغرافيا، ونفذت العديد من الأبحاث في هذا المجال وتم التوصل إلى قوة هجين بلغت 6.7% لصفة عدد الجوز الكلي، 14% لمعدل الحليج، 18% الغلة من الألياف، 13.5% وزن الجوزة، 8.3% معدل البذور، 4.2% معدل الألياف. وسجل Lee (1983) زيادة في الغلة من الألياف بلغت 40% في بعض الهجن قياسا لأفضل الأبوين، وحقق التحسين الوراثي للقطن في الولايات المتحدة الأمريكية USA زيادة في الغلة 7 كغ/هكتار سنويا بين 1960-1970 وكان ذلك بفضل إنتاج القطن من أفضل الآباء. وزرع في الهند في العقدين الأخيرين من القرن الماضي قرابة 25 ألف هكتار من القطن الهجين بين المصري والأمريكي باستخدام العقم الذكري الوراثي.

اقتُرحت العديد من الأساليب لإنتاج بذار الجيل الأول الهجيني وهي تشمل إجراء التلقيح اليدوي، استعمال بعض المركبات الكيماوية لإحداث العقم الذكري باستخدام العقم الذكري الوراثي أو العقم الذكري السيتوبلازمي. وقد استطاعت Meyer(1973) الحصول على مصدر جديد للعقم الذكري السيتوبلازمي لا يتأثر بالظروف البيئية المحيطة وذلك بإحلال صبغيات القطن الأمريكية *G. hirsutum* في سيتوبلازم النوع البري *G.harknessii*.

وينفذ التهجين النوعي Interspecific Hybridization في تربية القطن في الحالات التي يراد فيها نقل صفات من نوع لآخر، كما حدث في السودان حيث هجن القطن المصري مع الأنواع البرية *G.armorianum* و *G.thurbri* المعروفين بصلاية غلاف الجوزة وذلك لإكساب النوع المزروع هذه الصفة حتى يقاوم ديدان الجوز، كما تم التهجين بين النوع الأمريكي المزروع، والنوع البري المكسيكي *G.mexicanum* كمصدر لصفة مقاومة الذبول الفيرتيسلومي.

ويصحب التهجين النوعي الكثير من الصعوبات أهمها العقم الكلي أو الجزئي للنسل الهجيني الناتج، وانتقال صفات سيئة من الأنواع البرية إلى المزروعة، ويوضح الشكل (29) مدى احتمال نجاح التهجين بين أنواع الجنس *Gossypium*.

ويمكن حل مشكلة العقم الناشئة عن البعد الوراثي بين الأنواع المهجنة باستخدام الكولشييسين لمضاعفة العدد الصبغي للنسل الهجين.



هجن ناجحة —————
 هجن عقيمة —————
 هجن تموت بعد فترة من الإخصاب —————
 هجن تكون بذور فارغة

الشكل (29) رسم تخطيطي يوضح مدى نجاح التهجين الصناعي بين أنواع الجنس *Gossypium*

ويعد التهجين الرجعي ضرورة ملحة لاسترجاع الصفات الزراعية الهامة في الهجن النوعية والتخلص من الصفات الرديئة. ويلجأ المربي عادة للتهجين الرجعي في حال التهجين بين الأنواع البعيدة وذلك لاستبعاد العوامل الوراثية المميتة أو شبه

المميتة أو العقم أو الشذوذ الصبغي إلى جانب استرجاع الصفات المحصولية الهامة للنوع المزروع .

وقد يستخدم أسلوب التهجين الرجعي لنقل الصفات الوراثية المرغوبة إلى الأصناف التجارية ، ويلزم لنجاح التهجين الرجعي أن يتوفر ما يلي:

1. يكون الأب الرجعي ناجحاً ومرغوباً.
 2. أن تكون الصفة المراد نقلها ذات درجة توريث عالية.
 3. تنفيذ عدد كاف من التلقيحات الرجعية.
- تعد طريقة التهجين الرجعي ملائمة لنقل المقاومة للأمراض، فقد استخدم Knight (1954) التهجين الرجعي لنقل المقاومة لمرض التبغ الزاوي، كما طورت طريقة التهجين الرجعي لتحسين لصفات المحصولية وصفات الألياف.

6-الإدخال

ويمكن استخدام المدخلات مباشرة كأصناف جديدة أو تستخدم كأباء في برامج التربية المختلفة.

وغالباً ما تكون مصدراً للمورثات المرغوبة كمقاومة الحشرات والأمراض وخواص الجودة وغيرها من الصفات المحصولية الهامة. ويتم نقل المورثات المرغوبة بأساليب التهجين والانتخاب المختلفة.

وقد أدخلت إلى القطر أصناف متنوعة من القطن الأمريكي كمجموعة أصناف الكارولينا كوين وأصناف الأكالا والكوكر والطشقند وغيرها، استخدمت في بادئ الأمر كأصناف مدخلة جديدة حلت محل القطن الأدلبي الذي ينتمي للأقطان الآسيوية، كما اتبعت وسائل التربية المختلفة في البعض الآخر لاستنباط الأصناف المتفوقة والمتأقلمة مع ظروف القطر العربي السوري .

7-الطفرات:

تحدث المواد المطفرة (كيميائية وفيزيائية) تغيراً في التركيب الوراثي للفرد يترتب عليه تغير في الشكل الظاهري.

تعد النباتات الذاتية التلقيح أكثر المجاميع المحصولية ملائمة للتربية بالطفرات، لأن الطفرات المتتاحة تعزل فيها بصورة أصيلة في الجيل التالي دون الحاجة إلى تنفيذ التلقيح الذاتي اليدوي، بالإضافة إلى كونها متجانسة لا يجدي معها الانتخاب إلا بعد استحداث الاختلافات الوراثية فيها، كما يمكن التعرف على الطفرات التي تظهر فيها بسهولة.

يلجأ المربي إلى التربية باستخدام الطفرات عند استنفاد الوسائل الأخرى الممكنة للتحسين، ويجري عادة برنامج التربية بالطفرات لتحقيق واحد أو أكثر من الأهداف الآتية:

1. إحداث طفرات في مورث، أو عدد محدود من المورثات: يكون هذا الهدف مثالياً عندما يرغب المربي في تحسين صنف جيد تنقصه إحدى الصفات الهامة، خشية أن تؤدي التربية بالطرق الأخرى إلى فقدان الصنف لبعض خصائصه التي تميزه عن غيره.

2. تحسين الصفات الكمية: أمكن إحراز تقدم كبير في تحسين الصفات الكمية باستخدام الطفرات.

3. إحداث زيادة في نسبة العبور: قد تؤدي الطفرات إلى زيادة نسبة العبور وبالتالي إعطاء فرصة لحدوث عبور للمورثات المرتبطة بشدة، ومن ثم الحصول على انعزالات جديدة بعضها مرغوب لمربي النبات.

4. إحداث تحورات صبغية يمكن الاستفادة منها في برامج التربية.

5. إحداث تحورات في المورثات السيتوبلاسمية التي تورث عن طريق الأم.

يستخدم الرمز M1 ليعبر عن الجيل الأول الطافر الناتج عن بذور معاملة لإحداث الطفرة، وتعطى الأجيال التالية الرمز M2, M3، ونادراً ما تظهر أية طفرات على نباتات الجيل الطفروي الأول لأن معظم الطفرات تكون متتاحة، بينما تظهر على

نباتات هذا الجيل التغيرات الفيزيولوجية التي لاتورث، وتلقح جميع نباتات M1 ذاتيا وتزرع إلى جانبها نباتات غير معاملة للمقارنة، لأن تلك الوسيلة هي الوحيدة للتمييز بين الطفرات الحقيقية والاختلافات الوراثية، وتستمر زراعة نباتات المقارنة في الأجيال التالية.

يبدأ الانتخاب في الجيل الثاني M2 لأن ذلك هو الجيل الذي تتعزل فيه الطفرات المتنحية بحالة أصيلة، ولأنه الجيل الذي تختفي فيه الآثار الفيزيولوجية للمعاملة بالمواد المطفرة .

تزرع نباتات الجيل الطفروي الثاني على مسافات واسعة لنتمكن من دراسة كل منها على انفراد، ونشير هنا إلى أنه يجب زراعة عدة آلاف من الأنسال في الجيل الطفروي الثاني لإعطاء فرصة لظهور الطفرات إن وجدت. تنتخب النباتات المرغوبة فقط وتلقح ذاتيا لإنتاج بذور الجيل الطفروي الثالث M3 يقتصر برنامج التربية بعد ذلك على تقييم الطفرات المستحدثة، فتزرع عدة خطوط من كل طفرة في الجيل الثالث وتقرن في تجارب صغيرة مع الأصناف التجارية ضمن مكررات في الجيلين الرابع والخامس، ثم في تجارب موسعة في الأجيال M6-M7.

ملاحظة : يتم التعامل مع النباتات بدءا من M2 بإحدى الطرق الآتية :

1. انتخاب النسب
2. انتخاب التجميع
3. طريقة البذرة الواحدة

استخدام طريقة الطفرات في تربية القطن حقق نجاحا في كثير من الحالات لاسيما في مجال الحصول على الصفات النوعية وصفات الجودة. ففي تركمانيا تم الحصول على مجموعة من الطفرات ضمن النوع الأمريكي *G. hirsutum* ذات نوعية عالية إذ وصل طول التيلة 50 مم، وبعضها تمتعت بطبيعة تقريع صفري إضافة للإنتاج العالي.

8- إنتاج النباتات أحادية الصيغة الصبغية:

تأتي أهمية النباتات أحادية الصيغة الصبغية من الآتي :

1. تؤدي مضاعفتها بالكولشييسين إلى إنتاج نباتات ثنائية أصيلة، يمكن الاستفادة منها في إنتاج الهجن الفردية والزوجية ، وقد تستعمل كأصناف جديدة محسنة.
 2. تفيد في إجراء الدراسات الوراثية للصفات الكمية مثل دراسة : التباين الوراثي- الارتباط - عدد الجينات ومواقعها.
 3. نقل المورثات من نوع لآخر، وإحلال صبغي مكان صبغي آخر.
 4. تربية الطفرات: يمكن معرفة الطفرات المتتحة التي تظهر في النباتات الأحادية مباشرة دون الحاجة إلى إنتاج الجيل الطفروي الثاني.
- تحتوي الخلايا الجسمية للنباتات الأحادية المجموعة الصبغية Monoploids على العدد الأحادي من الصبغيات ، يطلق عليها- بصورة عامة - Haploids إلا أن النباتات الأحادية المتحصل عليها من نباتات ثنائية يطلق عليها اسم Monohaploids، بينما يطلق على النباتات الأحادية المتحصل عليها من نباتات رباعية اسم Diahaplids.
- تكون الأفراد الأحادية المجموعة الصبغية :
1. صغيرة الحجم
 2. أضعف نموا من الثنائية
 3. على درجة عالية من العقم (الصبغيات بحالة مفردة لا تتقترن)
 4. عديمة الحيوية.
- تبين أن احتمال الحصول على النباتات الأحادية في القطن الأمريكي *hirsutum* G. متدني جدا ولا يتجاوز 7 بادرات من كل 100000 بادرة ، بينما يصل هذا الاحتمال في القطن المصري *G. barbadense* إلى 7.7 من كل 1000 بادرة .

الفصل الثاني عشر

التبغ

الاسم الإنكليزي Tobacco

الاسم العلمي *Nicotiana tabacum*

العائلة الباذنجانية *Solanaceae*

النشأة الوراثية والتقسم النباتي

أولاً - الأصول الوراثية لمحصول التبغ (النشأة التطورية - الخصائص الخلوية التقسيمية والمنظور المستقبلي) .

تاريخ التبغ ونشأته التطورية:

يضم جنس التبغ أربعة وستين نوعاً مميزاً ، تنتشر في القارة الأمريكية وأستراليا وفي بعض الجزر القليلة المنتشرة في جنوب المحيط الهادي

عموماً تتميز الأنواع المزروعة من التبغ بخصائصها المتعددة الأشكال

Polymorphic وينطبق ذلك على *N.bigelovii* و *N.rustica* و *N.tabacum*

بشكل خاص فهي متباينة المواصفات والخصائص .

ولقد تم تمييز أنماط كثيرة تجارية فيها . وهي تختلف عن بعضها بشدة في صفاتها

المورفولوجية و الفيزيائية و الكيميائية

1. و وفقاً لمحتوى التبغ من النيكوتين تقسم الى:

•التبوغ الغنية بالنيكوتين :تصل نسبة النيكوتين فيها آلي 12,6% وهي تبوغ قوية ، وتبغ *N.rustica* تستخدم في استخلاص النيكوتين لاستخدامه في المبيدات الحشرية ولاستخلاص حمض الليمون .

•التبوغ متوسطة المحتوى من النيكوتين : تصل نسبة النيكوتين فيها من 5/ - 6 % / وتضم كثيراً من الأصناف الشرقية و النصف شرقية كالرافيناك وشك البنت , وهي متوسطة القوة.

•التبوغ منخفضة المحتوى من النيكوتين :تصل نسبة النيكوتين حتى 2% كتبوغ البرلي والفرجينيا ، غنية بالسكريات تخل بنسبة عالية في خلطات صنع السجاير و السيجار وتبوغ المضغ والنشوق والغيلون وغيرها.

ولقد قسم Goodspeed عام 1954 جنس التبغ *Nicotiana* إلى ثلاثة تحت أجناس Subgenus و/14/ شعبة Sections . ويبلغ العدد الأساسي من الصبغيات (X) (الجينومي) (12) صبغياً (XI=12) ويمتلك معظم الأنواع المعاصرة (2n=2x=24) صبغياً . ولقد لعب التضاعف الهجينى Allopolyploidy دوراً هاماً في تطور جنس التبغ . وهناك تسعة أنواع أمريكية تمتلك (2n=4x=48) صبغياً. وتوجد أعداداً مخالفة من الصبغيات في أنواع أخرى منتشرة في أمريكا الجنوبية (X=9,10) وكذلك في أستراليا (X=16,23) صبغياً ويعتبر النوع المزروع من التبغ *N.tabacum* (2n=4X=48) من أكثر الأنواع التي درست على مستوى تصنيفي خلوي Cytotaxanmic بكثافة .

أهداف تربية التبغ:

1- تحسين النوعية:

إن النوعية والموصفات في محصول التبغ من الظواهر الدقيقة الصعبة التحديد، وتتأثر نوعية التبغ بالعديد من العوامل نذكر منها:

1. التركيب الوراثي للنبات

2. نوع التربة

3. الظروف البيئية

4. المعاملات الزراعية

5. العمليات التكنولوجية لإعداد محصول التبغ

يوجد العديد من الطرق للحكم على النوعية منها المصنع والمخبر والمستهلك، ولكل منهم طرقه الخاصة في الحكم على النوعية وقياسها.

وعادة ترتبط النوعية بخواص ومواصفات وخصائص الأوراق، فتؤثر خصائص الأوراق كالشكل واللون والحجم والثخانة وكمية العطر ومكوناتها العضوية وغير العضوية في صفات الجودة، والتي تتباين بين الأصناف المختلفة، كما تتغير بتأثير شروط الوسط المحيط، والعمليات الزراعية، ومكان توضع الورقة على الساق، ونشير هنا إلى أن التبوغ المستخدمة في صناعة السيجار تحتاج إلى توافر متطلبات معينة بدرجة أعلى من التبوغ المستخدمة في الأغراض الأخرى.

فمثلا يفضل طراز النبات الذي يحمل أوراقا رقيقة قصيرة في التبوغ المستخدمة في تغليف السيجار، كما تفضل الأوراق الرقيقة أيضا لخلطات تبوغ الغليون والأوراق متوسطة الثخانة أو السماكة لصناعة السجائر، والأوراق الثخينة جدا لصناعة التبغ المضغوط والأوراق العريضة في أي صنف للحصول على أعلى إنتاج في وحدة المساحة.

وترتبط النوعية أيضا بخصائص وجودة الاحتراق. بينت الدراسات الأثر الواضح للمواصفات الفيزيائية والكيميائية للأوراق على خاصية الاشتعال، ولقد درست هذه الخاصية بشكل كبير، وهي من الأمور الهامة في تبوغ التدخين وتتحدد بالآتي:

1. سعة التوهج: وهي استمرار التوهج دون لهب

2. استمرار الاشتعال أو الاحتراق.
 3. سهولة ومعدل الاحتراق.
 4. خواص الرماد المتبقي: يكون أبيض اللون ومتماسك القوام في التبوغ الجيدة، ومتساقط أسود في التبوغ الرديئة.
- تتأثر خصائص جودة الاحتراق-كما ذكرنا- بالخصائص الكيميائية والفيزيائية للأوراق والتي تتباين بتباين الأصناف والتربة، وتتطور الرائحة العطرية للأوراق أثناء عملية التجفيف والإنضاج، لكنها تختلف أيضا حسب الأصناف وتعتبر النكهة أو المذاق من الأمور الهامة أيضا في المنتج النهائي لكنها من الصفات الصعبة التحديد والتقويم.
- ويتدخل محتوى الأوراق من النيكوتين كأحد أهم العوامل المحددة للنوعية فالنيكوتين هو القلويد الرئيس في نبات التبغ، وذو أهمية خاصة على نوعية الأوراق، وذو فعالية معقدة في جسم المدخن.

ومن المعروف أن محتوى النبات من النيكوتين يتأثر بما يلي :

1. الصنف.
 2. توضع الأوراق على الساق
 3. رطوبة التربة ومحتواها من العناصر الغذائية من حيث الكم والنوع، فلقد وجد أن انخفاض نسبة الرطوبة في التربة وزيادة محتواها من الآزوت يرفع نسبة النيكوتين في الأوراق
 4. شروط الوسط المحيط.
 5. العمليات الزراعية المتبعة في الإنتاج.
- زاد الاهتمام بتربية أصناف من التبغ ذات محتوى منخفض من النيكوتين حيث يمكن تدخينها دون إحداث آثار ضارة شديدة على المدخنين الذي يتحسسون من كميات النيكوتين الموجودة بشكل طبيعي في التبغ.
- يتواجد النيكوتين في جميع أجزاء النبات عدا البذور الناضجة، ويبلغ محتواه في الأوراق 66.5% من المادة الجافة، وفي الساق 15%، وفي الأزهار 2.4%، وفي

الجنور 16.2%، علماً أن النيكوتين يزداد بدءاً من قاعدة الورقة نحو القمة، ومن الضلع الوسطي نحو الحواف، وعلى مستوى النبات يتوفر المحتوى العالي للنيكوتين في الأوراق الوسطية، ثم تبدأ هذه النسبة بالتناقص باتجاه القاعدة والقمة. تحتوي الأصناف العالية الجودة على نسبة تتراوح بين 0.3-1% من النيكوتين (أصناف حديثة من تبوغ التجفيف بالتدخين)، بينما تبلغ النسبة 2-4.9% في تبوغ السجائر الورقية، ويتصف النوع *N. Rustica* بمحتواه العالي من النيكوتين حيث بلغ 12-14%.

أثبتت الدراسات الوراثية سيادة المحتوى العالي من النيكوتين على المحتوى المنخفض منه.

وتؤثر المواد العطرية والزيوت الطيارة على النوعية، فهذه المواد هي التي تعطي الطعم العطري للتبغ، وتتراوح كمية المواد العطرية في الأوراق 2-16% وهي عبارة عن معقد من نواتج مفرزة من الشعيرات الغدية الموجودة على سطح أجزاء النبات، وهذه الإفرازات هامة جداً وخاصة في التبوغ الشرقية لأنها المصدر الوحيد للعطور.

تبلغ نسبة الزيوت الطيارة في أوراق التبغ 0.047% في الأصناف التجارية وتصل حتى 1.2% في الأصناف العطرية الشرقية.

ويؤثر محتوى النبات من السكريات على خواص الجودة في التبغ، وتشير الأبحاث إلى زيادة جودة الأوراق بزيادة محتواها من الكربوهيدرات المنحلة في الماء.

الكربوهيدرات مواد عضوية (غلوغوز، فركتوز، غالاكتوز، مالتوز) توجد في الأوراق بنسب تختلف حسب:

1. الصنف.

2. شكل الأوراق وتوضعها على الساق

3. شروط الوسط المحيط.

4. العمليات الزراعية.

تربى أصناف التجفيف بالتدخين في بعض الأحيان بهدف زيادة محتوى الأوراق من السكريات وتركز شركات التصنيع جهودها للحصول على أوراق رقيقة ذات محتوى منخفض من النيكوتين لطيفة المذاق، وتنخفض نسبة السكريات كلما أصبح لون الأوراق أغمق، فتحتوي معظم الأصناف الشرقية من السكريات نحو 19 % من الوزن الجاف للأوراق، بينما تبلغ النسبة 30% في الفرجينيا، و4-12% في التبوغ ذات الأوراق المائلة للاحمرار، و1-5% في التبوغ ذات اللون البني وتحتوي التبوغ السوداء نسبة ضئيلة جدا منها.

زاد اهتمام مربّي النبات برفع نسبة السكريات لأنه من خلال احتراق السكريات المنحلة تنتج الأحماض العضوية والالدهيدات والفينولات ومواد أخرى تحسن المذاق والطعم العطري للتبغ.

الغلة :

يعد من الضروري جدا لدى الاختبار وتقييم أصناف التبغ الجديدة عدم الاعتماد على الإنتاج الكلي في وحدة المساحة فقط، بل يجب التركيز أيضا على نوعية الأوراق المنتجة على النبات.

تحدد الإنتاجية في التبغ بعدد وحجم الأوراق.

وبشكل عام لا يعطي مربو التبغ كمية الإنتاج الأفضلية الأولى التي تعني أحيانا تغيرا جذريا في خصائص ومواصفات الصنف المزروع، وعندما يتأثر الإنتاج بشكل واضح بالإصابة ببعض الأمراض فإن تركيز اهتمامات التربية يجب أن تنصب على التربية لمقاومة تلك الأمراض، وفي الوقت نفسه يجب أن تعطى الأصناف المستتبهة المقاومة للأمراض نتاجا مقبولا من قبل المزارعين.

2- الخواص الحقلية:

يسعى مربو النبات إلى تحسين خواص النبات الحقلية بهدف زيادة الإنتاج والحفاظ على النوعية ، يمكن إجراء العديد من التحسينات على الخصائص الحقلية والمحصولية لنباتات التبغ وفق الآتي:

1. أوراق قوية تستطيع تحمل المعاملة القاسية.
2. مقاومة العواصف الجوية لمنع تكسر الأوراق وتدهور نوعيتها
3. مقاومة السفحة.
4. تماثل نضج الأوراق لمنع تهدل الأوراق السفلية وتدهور خواصها قبل أن تنضج الأوراق العلوية .
5. الطرز المنتصبة : تتصف بسهولة القطاف وبتعرضها لإضرار أقل عندما تهدل الأوراق السفلية على الأرض، وقد تم استنباط طرز منتصبة من البرلي تعطي نسبة أعلى من الأوراق الرقيقة المرغوبة لتصنيع خلطات تبغ الغليون وتبغ السجائر، وتعد بالتالي صفة الانتصاب أكثر أهمية في تبوغ البرلي التي تتصف بتمائل نضج الأوراق من الطرز الأخرى.
6. إنتاج عدد أقل من الأفرع الصغيرة الحجم أو ذات النمو البطيء لتقليل تكاليف إزالتها من النبات.

3- المقاومة للأمراض :

يتعرض محصول التبغ للإصابة بالعديد من الأمراض والحشرات سواء في الحقل أو في المشتل ومن أهم هذه الأمراض:

مرض عفن الجذر الأسود:

تتميز أعراض الإصابة بمرض عفن الجذر الأسود بتوقف نمو الشتول، مع زيادة ذبول البادرات في النهار، واسوداد الجذور. وتتصف المقاومة لهذا المرض بكونها معقدة بسبب وجود اختلاف في التخصص الفيزيولوجي لسلالات المرض، واعتماد المقاومة على المورثات المتعددة وبالتالي تختلف المقاومة في الأصناف تبعاً لاختلاف عدد المورثات الموجودة، وصعوبة

الانتخاب للمقاومة العالية خصوصا إذا سادت درجات الحرارة المرتفعة في مرحلة البادرة.

دلت الدراسات الوراثية أن صفة المقاومة للمرض سائدة على صفة الحساسية ويمكن الاستفادة من النوع البري *N.debenyi* كمصدر لمورثات المقاومة.

مرض العفن الأزرق:

مرض فطري يصيب التبغ في المشاتل والحقول، وفي الظروف المناسبة لتكاثره وانتشاره يحدث أضرارا بالغة في الحقول.

تتميز أعراض الإصابة بالمرض بظهور بقع بلون أصفر على السطحين العلوي والسفلي للورقة مع ظهور نموات بشكل خيوط زغبية بيضاء تتحول إلى لون بنفسجي مزرق، ويجب زراعة الأصناف المقاومة لهذا المرض في حال توفرها. تنفذ المؤسسة العامة للتبغ في سورية برنامجا للتربية للمقاومة لهذا المرض.

مرض الساق الأسود:

تظهر أعراض الإصابة بهذا المرض على الجذور حيث يتحول لونها للون الأسود وتموت وتتحلل، ويمتد التحول للنخاع والقشرة في قاعد الساق، ويمكن أن تتطور الإصابة في منتصف الصيف وتسبب موت النبات أحيانا، وقد استتبطت أصناف عديدة من التبغ مقاومة لهذا المرض.

يتحكم بصفة المقاومة لمرض الساق الأسود العوامل المتبادلة وتتباين درجة المقاومة بين الأصناف، وتتصف الأنواع البرية من التبغ مثل *N.longiflora* و *N. plumbaginifolia* بالمقاومة العالية أو المناعة التامة، ويمكن نقل مورثات المقاومة من هذه الأنواع للنوع المزروع.

مرض البياض الدقيقي:

ويُعرف المرض أيضاً باسم رمد التبغ أو الحوارة، وتتميز أعراض الإصابة بظهور بقع بيضاء بشكل غبار أبيض (تشبه دقيق القمح) على السطح العلوي للورقة المصابة، ومع تقدم الإصابة تتسع البقع لتشمل جزء كبير من سطح الورقة. ويُلاحظ

إصابة الأوراق السفلى أولاً ثم الأوراق العليا، وتؤدي الإصابة الشديدة إلى رداءة نوعية المحصول الناتج. ينتشر المرض في الحقول المظلمة وفي الحقول ذات الكثافات النباتية العالية بشكل أكبر من غيرها.

مرض البياض الزغبى:

يمكن أن يسبب مرض البياض الزغبى أضراراً جسيمة لمشاتل ومراقد التبغ، يصيب هذا المرض الأوراق ويتلفها، والعديد من الأصناف التجارية الهامة في العالم حساسة للإصابة بهذا المرض.

توجد المقاومة العالية لهذا المرض في ستة أنواع من أستراليا ونوعين من جنوب أمريكا، وقد أمكن نقل صفة المقاومة من أحد الأنواع الأسترالية وهو *N.debenyi* إلى التبغ المزروع عن طريق التهجين والتهجين الرجعي، ويمتلك النوعين *N.plumbaginifolia* و *N.longiflora* وهما من أمريكا الجنوبية المناعة التامة حيال هذا المرض.

ويختلف العمر الذي تظهر به النباتات مقاومتها للمرض باختلاف النوع، فنباتات النوع *N.longifolia* تصبح مقاومة للمرض وهي بعمر (6 - 7) أسابيع و(3-4) أسابيع لنباتات النوع *N.debenyi*، وتكون نباتات النوع الأسترالي *N.exigua* مقاومة جداً أو منيعة في كل مراحل النمو.

مرض تبقع الأوراق (السيركوسبورا):

يتميز المرض بظهور بقع مستديرة رمادية باهتة اللون على الأوراق تُحاط هذه البقع بهالة صفراء اللون، ويكون وسط البقعة متخشباً، تظهر هذه الأعراض على قمة الأوراق السفلي الملاصقة للتربة، ثم تنتشر على أوراق الطبقات العليا. تزداد خطورة المرض في الأجواء الرطبة والدافئة، وفي الأراضي الغنية بالآزوت. تختلف أصناف التبغ المزروعة في درجة المقاومة، ومن المعتقد أن عاملاً وراثياً سائداً يتحكم بصفة المقاومة، ويعد النوع البري *N.longifolia* مقاوماً جداً لهذا

المرض.

مرض الذبول:

يتميز المرض باصفرار وجفاف الأوراق في جهة واحدة من النبات بسبب إفراز الفطر لبعض السموم، وللتأكد من الإصابة يُكشط اللحاء الخارجي فتشاهد المنطقة الخشبية بلون بني غامق .

زراعة أصناف التبغ المقاومة للمرض عند توفرها الحل المناسب، وقد استبطلت العديد من طرز التبغ المقاومة للذبول، ودلت الدراسات الوراثية أن صفة المقاومة خاضعة لتحكم زوج واحد من المورثات.

مرض تعفن التاج الأسود (التعفن التاجي)

يتميز المرض بالذبول المفاجئ للنباتات وخاصة في المناطق المنخفضة من الحقل، إذ تبدأ الجذور بالتعفن، ثم تسود حتى قاعدة الساق، يعقبه موت النباتات في حالة الإصابات شديدة. يجب تجنب الزراعة في الأراضي الرطبة سيئة الصرف. وزراعة أصناف التبغ المقاومة للمرض عند توفرها، وتختلف الأصناف في درجة مقاومتها للمرض، وقد تم استنباط العديد من الأصناف المقاومة من تبوغ الهافانا والبرلي.

مرض تعقد الجذور النيماتودي (الديدان الثعبانية)

النيماتودا أو الديدان الثعبانية عبارة عن حيوانات دودية الشكل ، غير مقسمة ، لا ترى بالعين المجردة، تصيب جذور التبغ والكثير من النباتات الأخرى وتؤدي الى تخريب الجذور من خلال ما تفرزه من أنزيمات وسموم تضر بالأنسجة الجذرية، وتؤدي إلى انتفاخها وحدوث تورمات سرطانية فيها. تزيد الإصابة بالنيماتودا من حساسية الجذور للأمراض الفطرية مثل الذبول وتعفن قاعدة الساق كما تقوم بعض أنواع النيماتودا (التابعة للأجناس الخنجرية والإبرية والتقصف وشبيهة التقصف) بنقل الأمراض الفيروسية من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة ، كما تزيد النيماتودا من حساسية التبغ للجفاف ونقص العناصر الغذائية.

زراعة أصناف التبغ المقاومة للمرض عند توفرها الحل المناسب لتخفيض أضرار الإصابة بالنيماطودا.

وقد وجدت مقاومة متوسطة للنيماطودا ضمن أصناف التجفيف بالتدخين، ومقاومة عالية في بعض الأصول الوراثية الأمريكية كالنوع *N.repanda*.

الأمراض الفيروسية:

إن محصول التبغ بكافة أصنافه عُرضة للإصابة بالعديد من الأمراض الفيروسية في كافة مناطق زراعته في العالم. ويختلف عدد الفيروسات وأنواعها ونسب انتشارها، وحجم ضررها باختلاف الأصناف المزروعة، ومناطق الزراعة وظروفها البيئية، وأنواع النواقل الحيوية المتوفرة في منطقة الزراعة....الخ. ومن أهم الفيروسات المنتشرة عالمياً على محصول التبغ موزاييك التبغ (TMV)، موزاييك الخيار (CMV)، واي البطاطا (PVY)، إكس البطاطا (PVX)، تجعد الأوراق في التبغ (TLCV)، البقع الحلقية في التبغ (TRSV)، الذبول المتبقع في البندورة (TSWV)، موزاييك الفصا (AMV) إضافة لعدد من الفيروسات الأخرى. تتميز أعراض الإصابة الفيروسية بشكل عام بالموزاييك أو البرقشة على الأوراق، البقع الحلقية، التقزم، الإصفرار، تشوّه الأوراق، تجعد الأوراق، بالأشكال الخيطية الصفراء على الأوراق....الخ. تنتقل أمراض التبغ الفيروسية حقلًا من النباتات المصابة إلى النباتات السليمة عن طريق العديد من النواقل الحيوية مثل الأنواع المختلفة لحشرات المن، حشرات التريس، الذبابة البيضاء بعض أنواع النيماطودا من سواكن التربة....الخ. ينتقل فيروس البقع الحلقية في التبغ (TRSV) بواسطة البذور المأخوذة من النباتات المصابة به، لذا وجب الحذر من انتشار الفيروس في حقول إكثار البذور. ويُعدُّ العامل الزراعي من أخطر نواقل الفيروسات التي تنتقل بالملامسة كفيروسات موزاييك التبغ (TMV)، موزاييك الخيار (CMV)، وبعض سلالات واي البطاطا (PVY)، إكس البطاطا (PVX)، وذلك أثناء العمليات الزراعية المختلفة وخاصة عمليتي قلع الشتول والقطاف.

وبهدف زراعة أصناف التبغ المقاومة للفيروس أو الفيروسات المنتشرة في منطقة معينة في حال توفرها، و مكافحة الحشرات، وخاصة حشرات المن والتربس. ينخفض إنتاج النباتات المصابة كما تنخفض جودة الأوراق، وقد تصل نسبة الفقد 80%. لوحظت المقاومة لمرض موزاييك التبغ في بعض الأنواع البرية مثل : *N.debenyi* , *N.longiflora* , *N.glutinosa* استخدم النوع الأخير كمناح لصفة المقاومة للنوع المزروع، وتبين أن صفة المقاومة لهذا المرض يتحكم بها عامل وراثي واحد.

أمكن استنباط أصناف من تبغ البرلي مقاومة لمرض الجذر الأسود وأخرى مقاومة لمرض الساق الأسود والذبول البكتيري. ومن الأمراض الأخرى التي يجب على مربى التبغ استنباط أصناف مقاومة لها مرض الذبول الفيوزاريومي واللفحة النارية والبياض الزغبى والفسيفساء وتعقد الجذور. ومن الضروري في برامج التربية لمقاومة أمراض التبغ أن نأخذ النقط التالية في الاعتبار:

1. توجد المقاومة الجيدة لمرض الساق الأسود والذبول البكتيري في التبغ المزروع.
2. توجد المقاومة العالية أو المناعة لعدد من الأمراض في الأنواع الأخرى التابعة لجنس التبغ *Nicotiana* .
3. صفة المقاومة ضمن الأنواع ذات طبيعة وراثية معقدة بينما صفة المقاومة بين الأنواع صفة بسيطة التوريث.
4. يؤدي نقل صفة المقاومة العالية أو المناعة من الأنواع الأخرى للنوع المزروع *N . tabacum* في عدد من الحالات إلى إنتاج سلالات أو طرز غير مرغوبة من حيث شكل النبات والغلة وصفات الجودة ما لم يطبق التهجين الرجعي لعدة أجيال لاستبعاد الصفات غير المرغوبة المنحدرة من الأنواع الغريبة البرية.

طرائق تربية التبغ :

يتبع في تربية التبغ بشكل أساسي التهجين والانتخاب كما تتبع طرائق الإدخال واستيراد الأصناف المتوافقة كما حدث تماما في تبغ الفرجينيا الذي استورد من الولايات المتحدة، ومن المعروف أن تأثير الظروف البيئية المحيطة كبير جدا على أصناف التبغ المزروعة لدرجة تجعل صنفا معينا يتميز إلى سلالات متعددة عند نقله إلى منطقة زراعية جديدة خصوصا عند التحول من المناطق شبه المدارية إلى المناطق المدارية.

وقد تبين أن معظم الاختلافات الظاهرة تعود أساسا إلى حدوث الانعزال بعد التلقيح الخلطي الطبيعي وتبعاً لذلك يتحتم تكييف النورات الزهرية إذا كان الهدف هو إنتاج سلالات نقية لمنع مشاركة حبوب اللقاح الغريبة في التلقيح والإخصاب. ويعتبر التهجين الأسلوب التربوي المتبع في التربية لمقاومة الأمراض وفي عديد من الحالات كانت مورثات المقاومة موجودة فقط في الأنواع الأخرى خلاف النوع المزروع وهذا يحتم إجراء التهجينات النوعية ويؤدي اتباع هذا الأسلوب إلى انتقال مورثات ضارة وغير مرغوبة من الأنواع البرية مع مورثات للأمراض.

ويتبع أسلوب التهجين الرجعي مع الأب المزروع كي يتم التغلب على المظاهر غير المرغوبة واستعادة التركيب الوراثي للأب المزروع خصوصا صفات الجودة والتأقلم كما يتبع أسلوب التهجين الرجعي أيضا في التهجينات الصنفية أي ضمن النوع المزروع ويبقى عدد التهجينات الرجعية المطلوب إجراؤها في هذه الحالة أقل مما هو عليه في التهجين بين الأنواع.

تستخدم طريق النسب التقليدية بشكل واسع في تطوير أصناف التبغ المقاومة للعديد من الأمراض، ونورد المثال المختصر الآتي على استخدامها:

1. اختيار الآباء الحاملة لمورثات المقاومة بهدف نقلها إلى الصنف الجديد
2. تنفيذ برنامج التهجين
3. زراعة الجيل الأول والتلقيح الذاتي للنباتات بتكيس النورات الزهرية

4. زراعة 500-600 نبات في الجيل الثاني ضمن ظروف العدوى الصناعية

والتي من الممكن أن تسبب الضرر لنحو 50-60% من النباتات

5. انتخاب 100-120 نبات مقاوم وتلقيحها ذاتيا للحصول على بذور الجيل الثالث

6. زراعة نباتات الجيل الثالث في خطوط وتعريضها للعدوى الصناعية وانتخاب

أفضل السلالات وأفضل النباتات ضمن كل سلالة

7. تنتخب أفضل النباتات من أفضل السلالات، وتزرع بذورها في مكررات ضمن ظروف العدوى الصناعية، ثم تقيم لأجل الصفات الزراعية.

8. تدخل أفضل 2-3 سلالات في تجارب مقارنة مع الأصناف التجارية.

ماذا عن برنامج التحسين الوراثي للتبغ في سورية :

يهدف برنامج التحسين الوراثي للتبغ إلى إنتاج أصناف تتميز بالآتي:

1. بإنتاجها العالي ونوعيتها الجيدة وصفاتها التكنولوجية المرغوبة
2. تكيفها مع الظروف البيئية السائدة ومقاومتها للإجهادات الحيوية كالأمراض والحشرات واللاحوية كالجفاف والملوحة والصقيع والحرارة المرتفعة
3. التميز بأعلى درجة من الأصالة والتماثل الوراثي وأدنى درجة من الخلط الوراثي بين النباتات.

وتتحقق الأصالة الوراثية عبر التلقيح الذاتي المستمر لعدة أجيال متتابة، حيث تصعب المحافظة على درجة عالية من التماثل والنقاوة لمدة زمنية طويلة، ويعود ذلك الى تدهور السلالات النقية والأصناف المزروعة عبر الزمن بفعل العوامل التالية :

1. التدهور الميكانيكي : يحدث بسبب خلط بذور غريبة عن الصنف مع بذور الصنف بطريقة ميكانيكية عند جمع البذار وتنقيته وتخزينه .
2. التدهور الوراثي : يحدث نتيجة حدوث تهجين طبيعي، أو تلقيح خلطي بحبوب لقاح غريب، أو حدوث طفرات طبيعية لا يعلم بها المربي، وينتج عنها تراكيب وراثية جديدة تؤدي الى تدهور الصنف.

يتراوح عمر الصنف الحقيقي بالمتوسط من 5-7 سنوات ثم يتدهور إن لم تتم المحافظة على نقاوته الوراثية بممارسة الانتخاب الحافظ وهو انتخاب إجمالي تستبعد به الأنماط الوراثية المخالفة للصنف (أثناء عمليات إكثار البذار)، ولهذه الأسباب تعد عملية التحسين الوراثي واستنباط اصناف جديدة عملية مستمرة. ويتضح مما سبق أهمية عملية الانتخاب للوصول إلى سلالات نقية ذاتية التلقيح من جهة والمحافظة عليها نقية بعيدة عن التدهور من جهة ثانية. ومن أهم البرامج التي تقوم بها المؤسسة العامة للتبغ:

برنامج التهجين المستقيم:

يحتل هذا البرنامج موقعا هاما في برامج التربية، إذ يعول عليه استنباط السلالات الحديثة التي تحمل صفات الغلة الجيدة والنوعية المرغوبة والتي تعد بدائل للأصناف المزروعة أو رديفة لها، فهو من البرامج الأساسية المستمرة في شعبة التربية، والتي يجب الاستمرار بها لأنها تشكل المصدر الأساسي والدائم للسلالات والأصناف الحديثة في المؤسسة العامة للتبغ. والهدف من برنامج التهجين المستقيم الحصول على انعزالات وراثية ذات صفات إنتاجية ونوعية ممتازة لممارسة الانتخاب ضمنها واستنباط الأصناف الجديدة لاحقا.

برنامج التربية للمقاومة

تنفذ برامج التربية للمقاومة بهدف إدخال صفة المقاومة لمرض العفن الأزرق، ومرض البياض الدقيقي ومن أجل إدخال صفة المقاومة لحشرة المن إلى الاصناف الشرقية والأصناف الغربية. حيث تتميز الأصناف المعتمدة في المؤسسة والمزروعة على مستوى القطر بحساسيتها لمجموعة من الأمراض والحشرات، والتي تعد مشكلة حقيقية في الحصول على إنتاج جيد من حيث الكمية والنوعية. وتأتي الأصناف المقاومة للأمراض المذكورة الحل الأمثل للتخلص من الكلفة الاقتصادية

جراء استخدام المبيدات، والخلل الذي قد تحدثه في التوازن البيئي، والانخفاض في نوعية وكمية المحصول الناتج .

تقييم الأصول الوراثية للتبوغ الشرقية وللتبوغ الغربية :

تعتمد برامج التربية على استخدام الأصول الوراثية الموجودة في البنك الوراثي والذي بدء بإنشائه منذ عام 1998 وما زالت المؤسسة تعمل على إغنائه بالمداخلات الوراثية بشكل مستمر، ولرفع كفاءة برامج التربية لا بد من التقييم الدقيق للأصول الوراثية ولمختلف الصفات والخصائص التي تحملها لاعتمادها كأباء هجن في تلك البرامج، أو اعتماد بعضها كأصناف، حيث تتم دراستها من حيث المواصفات الشكلية، مقاومتها للأمراض، تكيفها مع البيئة، الإنتاجية، النوعية، والصفات التكنولوجية.

الفصل الثالث عشر

محاصيل العلف

تتزايد أعداد الحيوانات بشكل كبير لتأمين المتطلبات الغذائية المتزايدة للسكان، مما دعا للاهتمام بمحاصيل العلف. ازداد مؤخراً الاهتمام بالنجيليات والبقوليات العلفية بعد معرفة الدور الفعال الذي تؤديه في زيادة الإنتاج الحيواني وحماية التربة من الانجراف وتحسين خواصها. تعد عملية تربية محاصيل العلف أكثر صعوبة مقارنة بالمحاصيل الأخرى بسبب جملة من العقبات بعضها يتعلق بطريقة التلقيح وعدم انتظام الإخصاب وعقد البذور، إضافة للمشاكل المتعلقة بإكثار واختبار وتقويم السلالات الجديدة. والجدول (24) يوضح طريقة التلقيح وطبيعة النمو وعدد الصبغيات لأهم النجيليات والبقوليات العلفية.

جدول (24) طريقة التلقيح وطبيعة النمو وعدد الصبغيات لأهم النجيليات والبقوليات العلفية.

<u>المحصول و النوع</u>	<u>طبيعة النمو</u>	<u>عدد الصبغيات</u>
الأنواع النجيلية الذاتية التلقيح		
حشيشة الحب الزاحفة		
(<i>Eragrostis curvula</i>)	معمر	40
حشيشة السودان		
(<i>Sorghum vulgare</i> var. Sudanese)	حولي	20
حشيشة القمح الرهيفة		
(<i>Agropyron trachyacalum</i>)	معمر	28
الأنواع البقولية الذاتية التلقيح		
الببقية المزروعة		
(<i>Vicia sativa</i>)	حولي شتوي	12
الببقية الشعرية (<i>Vicia villosa</i>)	حولي شتوي	14
ج- الأنواع النجيلية الخلطية التلقيح		
المغذية الناعمة		
(<i>Bromus inermis</i>)	معمر	42, 56
النجيل الأصبعي		
(<i>Cynodon dactylon</i>)	معمر	36, 30
الهشيمية (<i>Festuca elatior</i>)	معمر	14 , 28 , 42 , 70
الهشيمية الطويلة		
(<i>Festuca arundinacea</i>)	معمر	42
الأصبعية المتكتلة		
(<i>Dactylis glomerata</i>)	معمر	28
ذو القمة الحمراء		
(<i>Agrostis alba</i>)	معمر	28 , 42
حشيشة الكناري		
(<i>Phalaris arundinacea</i>)	معمر	14 , 28

14	معمر	حشيشة الشيلم المعمرة (<i>Lolium perenne</i>)
42 , 14	معمر	حشيشة تيموشي (<i>Phleum pratense</i>)
14	معمر	حشيشة القمح العرفية (<i>Agropyron cristatum</i>)
32	معمر	د - الأنواع البقولية الخلطية التلقيح الفصة المزروعة (<i>Medicago sativa</i>)
32, 16	معمر	الفصة الصفراء الأزهار (<i>Medicago falcata</i>)
32	معمر	الفصة المبرقشة (<i>Medicago media</i>)
24 , 12	معمر	رجل العصفور (<i>Lotus corniculatus</i>)
16	ثنائي الحول	برسيم اولسايك (<i>Trifolium hybridum</i>)
16 , 14	حول شتوي	البرسيم القرمزي (<i>Trifolium incarnatum</i>)
14	ثنائي الحول	البرسيم الأحمر (<i>Trifolium pratense</i>)
32	معمر	البرسيم الأبيض (<i>Trifolium repense</i>)
16	ثنائي الحول	الهندقوق الأبيض (<i>Melilotus alba</i>)
16	ثنائي الحول	الهندقوق الأصفر (<i>Melilotus officinalis</i>)
		ه - الأنواع التي تتكاثر بكريا حشيشة دالاس

50 ، 40

معمّر

(Paspalum dilatatum)

و - الأنواع الثنائية المسكن

60 ، 56

معمّر

حشيشة الجاموس

نقل الدراسات الوراثية على محاصيل العلف. ويمكن تقسيم المحاصيل العلفية-كما ذكرنا- حسب طبيعة التلقيح فيها إلى أنواع خلطية وأنواع ذاتية التلقيح والإخصاب. وتكون النباتات الفردية الناتجة عن المحاصيل الذاتية الإخصاب كالبقية مثلاً متماثلة وراثياً . وبالتالي يمكن الحصول على سلالات نقية من النباتات المنتخبة وإكثارها بسهولة.

ويعتمد تحسين الأنواع الخلطية الإخصاب على نظم تربية مختلفة عن تلك المستخدمة في الأنواع الذاتية الإخصاب. فهناك على سبيل المثال تباينات وراثية كبيرة ضمن الأنواع الخلطية الإخصاب (الفصة) وحتى ضمن الصنف الواحد. وهذا يؤدي للحصول على طرز وراثية متنوعة يستطيع المربي معالجتها و تحسينها.

عندما تنمو الأنواع العلفية الخلطية الإخصاب لفترة من الزمن في منطقة واحدة فإن التراكيب الوراثية المتأقلمة للظروف المحلية تستمر في النمو والتكاثر بينما تفقد التراكيب الوراثية الأقل تأقلماً بشكل تدريجي. و هذا أحد مظاهر الانتخاب الطبيعي الذي يعني نشوء الأنواع النباتية وتأقلمها في موطنها الأصلي. و يطلق اسم الطراز البيئي Ecotype على العشائر النباتية الناتجة بفعل الانتخاب الطبيعي والمتأقلمة في موطن معين ويمكن أن تتطور و تنشأ عدة طرز بيئية ضمن النوع الواحد يتلاءم كل منها و ظروف مناخية أو أرضية أو نظام رعاية معين.

ويتوجب على المربي عند تقدير تأقلم السلالات الجديدة المستنبطة اختيار هذه السلالات ضمن ظروف رعاية مماثلة لتلك التي ستعامل بها لدى الزارع، وفي المناطق البيئية المحتملة لزراعتها مستقبلاً. كما يجب أيضاً إكثار بذار هذه السلالات والأصناف الأخرى في نفس المناطق المخصصة لزراعتها بغية تقادي حدوث تغيرات وراثية محتملة في المناطق البيئية الأخرى بفعل الانتخاب الطبيعي.

طرق تربية محاصيل العلف

تختلف طرق تربية محاصيل العلف باختلاف طبيعة التلقيح والإخصاب:

أولاً - المحاصيل الذاتية التلقيح والإخصاب :

تفترض طرائق التربية أن عشائر المحاصيل الذاتية الإخصاب متجانسة ومتماثلة وراثياً. ويمكن الحصول على السلالات النقية المنتخبة من عشيرة نباتية أو من الأنسال الهجينة.

لإنتاج أصناف جديدة متفوقة من محاصيل العلف الذاتية التلقيح والإخصاب يمكن اتباع أساليب الانتخاب والتجهين المستخدمة في المحاصيل الأخرى كالقمح وفول الصويا. ويمكن الحصول على تراكيب وراثية جديدة مرغوبة بالتجهين بين أصول وراثية معينة ومحددة ثم انتخاب هذه التراكيب. كما يمكن ممارسة التجهين الرجعي لنقل صفات محددة للأصناف المحلية المتأقلمة.

ومن أنواع محاصيل العلف الذاتية الإخصاب أنواع البقية واللوبياء العلفية وحشيشة السودان.

البقية *Vicia sativa* :

تتميز البقية بقيمة علفية هامة إذ يحتوي المجموع الخضري والدريس والبذور نسبة عالية من البروتين المهضوم، والأملاح المعدنية، والفيتامينات (C,A, وغيرهما) لذلك تعد البقية من الأعلاف البقولية المفضلة في العلائق الحيوانية فكل 100 كغ علف أخضر في المرحلة ما قبل الإزهار تحوي 3-6 كغ بروتينا مهضوم ، 16.5 وحدة علفية، وكل 100 كغ دريس تعادل 12.3 بروتينا مهضوم، و 45.8 وحدة علفية، كما تحوي بذور البقية على 30% بروتينا، حيث تستخدم البذور في العليقة الحيوانية المركزة، فكل 1 كغ من البذور المجففة هوائيا تعادل 1.16 وحدة علفية، و 227 بروتينا مهضوم. تقدر إنتاجية البقية من العلف الأخضر قرابة 20 طنا في الهكتار، ومن البذور 1.5-2 طنا في الهكتار.

تتميز جميع الأنواع التابعة للجنس *Vicia* عدا الفول بسيقانها الضعيفة المتسلقة التي يتراوح طولها بين 0.5-1.5 متر تبعا للنوع وملائمة ظروف النمو. الأوراق مركبة ريشية تنتهي عادة بحوالق للتسلق، وتُحمل الأزهار في نورات عنقودية بها عدد قليل أو كبير من الأزهار بألوان تتراوح بين القرمزي والأحمر وبعضها أبيض أو أصفر. يتوفر أكثر من عشرة أنواع من البقية الهامة زراعيًا، إضافة للعديد من الأنواع البرية.

التقسيم النباتي:

تتنتمي البقية إلى العائلة البقولية (*Fabaceae*) (*Leguminaceae*) والجنس *Vicia* الذي يضم أكثر من 150 نوعا منتشرا في مناطق مختلفة من العالم، والجدول (25) يصف أهم الأنواع النباتية التابعة للجنس والجنس *Vicia*

جدول (25) الأنواع المزروعة من البقية (الوصف النباتي - الاسم العلمي)

الوصف النباتي	الاسم العلمي
الأوراق بيضاوية مقبوبة ذات نتوء طرفي، والأزهار قرمزية جالسة، القرون بلون بني عند النضج، قابلة للانفراط.	<i>V.sativa</i>
يشبه النوع السابق، إلا أن أوراقه ضيقة، القرون بلون أسود عند النضج.	<i>V. angustifolia</i>
النبات مغطى بزغب أبيض كثيف، النورة عديدة الأزهار - الأزهار قرمزية والعلم أطول من الزورق، القرون ملساء، البذور كروية	<i>V.villosa</i>
يشبه النوع السابق، لكن القرون مغطاة بالزغب.	<i>V.atropurpurea</i>
البذور ذات ندبة يتصل بها زائدة	<i>V.benghalensis</i>

	بيضاء، الساق أملس.
<i>V.dasycarpa</i>	النورة بها العديد من الأزهار القرمزية المعنقة، القرون مغطاة بالزغب، البذور بيضاوية إلى كروية.

تحتاج البقية إلى مناخ معتدل للنمو الجيد، فقد بينت الأبحاث أن جميع الأنواع المزروعة ضعيفة المقاومة للبرودة عدا النوع *V.villosa* لهذا يتركز نموها في الخريف والربيع في المناطق ذات الشتاء البارد، بينما تستمر في النمو خلال الشتاء المعتدل البرودة.

يتوقف الضرر الناتج عن البرد على عدة أمور منها:

1. عمر النبات: النباتات الصغيرة أقل تحملاً للبرد من النباتات الكبيرة
 2. درجة وسرعة نمو النبات
 3. رطوبة التربة: يزداد ضرر البرد في الترب الجافة عنه في الرطوبة
- تشكل التهجينات النوعية وداخل النوع البسيطة والمركبة مصدراً أساسياً للحصول على المادة الأولية لتربية البقية المزروعة. كما تستخدم الطفرات والتضاعف الصبغي كمحرضات للتباين الوراثي في البقية، وقد أدى استخدام التضاعف الصبغي إلى فتح آفاق جديدة أمام تحسين القيمة العلفية للأصناف المستتبطة.

مهام التربية:

من أهم أهداف تربية البقية التوصل إلى أصناف تتميز بالآتي:

1. ذات إنتاجية ثابتة ومرتفعة من العلف الأخضر والبذور والدريس
2. نسبة عالية من البروتين في البذور ذات الأحماض الأمينية الهامة
3. مقاومة للأمراض والحشرات
4. الاستجابة للري والتسميد

طرق تربية البقية

- تزرع محاصيل العلف ذاتية الإخصاب بمساحات محدودة على مستوى العالم، فأهميتها الاقتصادية أقل من محاصيل العلف خلطية الإخصاب.
- يستخدم الانتخاب الفردي ضمن العشائر المحلية في تربية البقية العادية، وتزداد إمكانية الانتخاب بشكل ملحوظ مع استخدام التهجين الذي يتم على النحو الآتي:
1. يتم التهجين بعد تنفيذ عملية الخصي، حيث تجري عملية التلقيح للأزهار بعد 24 ساعة من خصيها.
 2. زراعة هجن الجيل الأول
 3. تزرع هجن الجيل الثاني حيث يزرع كل هجين في خط مستقل، وتبدأ عملية الانتخاب.
 4. تزرع النباتات المنتخبة من الجيل الثاني كسلالات في الجيل الثالث ويتم التقييم الظاهري لمراحل نمو النبات المختلفة، وتنتخب السلالات الأفضل وتفحص بذورها مخبرياً.
 5. يدرس بدءاً من الجيل الثالث من 2500-3000 نبات أو أكثر ويتراوح عدد السلالات المنتخبة في الأجيال المتقدمة من 250-300 سلالة تدخل في تجارب المقارنة من أجل الدراسة والإكثار.
 6. تدخل السلالات المنتخبة من تجارب المقارنة في اختبارات الأصناف حيث يدرس في حقل الاختبار التمهيدي للأصناف من 80-100 سلالة، ينخفض هذا العدد في محطة اختبار الأصناف النهائي إلى 30-35 سلالة تجري مقارنتها مع أفضل الأصناف في المنطقة.

ثانياً - المحاصيل الخلطية التلقيح و الإخصاب :

سنتناول محصول الفصة كمثال على المحاصيل الخلطية التلقيح و الإخصاب

الفصة:

الفصة أقدم المحاصيل العلفية البقولية التي عرفت البشرية، ولا تزال منذ استئناسها حتى الآن ملكة محاصيل العلف نظرا لأهميتها الاقتصادية العالمية وقيمتها العلفية الممتازة.

تشغل الفصة قرابة 33 مليون هكتار في مختلف دول العالم. تستغل لإنتاج العلف الأخضر والدريس والسيلاج ذات القيمة الغذائية المرتفعة والتي تصل أحيانا إلى مستوى المواد العلفية المركزة، وفي بعض الدول كالولايات المتحدة الأمريكية يجفف المجموع الخضري للفصة ويجرش ليستخدم كمصدر للبروتين والكاروتين في علائق الدواجن، وقد يفصد عصير الفصة ويجفف لينتج غذاء غنيا بالبروتين والفيتامينات يصلح للتغذية.

التقسيم النباتي والنشأة الوراثية:

يعتقد أن الفصة نشأت في وسط آسيا في منطقة حوض إيران، والأشكال البرية القريبة منها موجودة من مركز النشوء حتى سيبيريا فهي قادرة على تحمل البرد القارس والحرارة المرتفعة.

يبدو أن الفرس هم أول من زرع الفصة كمحصول علفي ثم انتقلت إلى المناطق المجاورة حيث زرعت في بابل قبل الميلاد بسبعة قرون، ونقلت الفصة مع الغزاة إلى الامبراطورية الرومانية، حيث أولاها الرومان عناية خاصة، وانتقلت عن طريقهم إلى أوروبا شمال أفريقيا، وقد عرف العرب الفصة منذ زمن بعيد ويعتقد Piper أن اسم الفصة alfalfa مشتق من العربية-الفارسية مثل Alfafat .

نقلت الفصة عبر الفتوحات الإسلامية إلى إسبانية ومنها إلى أمريكا في القرن الثامن. معظم الفصة المزروعة في العالم تتبع النوع *Medicago sativa* أو ما يعرف بالفصة الأرجوانية الأزهار Purple-Flowered alfalfa وهناك نوع أقل انتشارا هو الفصة صفراء الأزهار Yellow alfalfa (*Medicago falcata*) وتعود نشأة

بعض مجاميع الفصة إلى التهجين الطبيعي بين النوعين السابقين حيث يعرفها البعض باسم *Medicago media*.

اقترح Whyte *etal.*, تقسيم الأصناف المختلفة من الفصة إلى أربعة مجاميع تبعاً للون الأزهار والمنشأ ومقاومتها للبرودة والأمراض وبعض الصفات الزراعية الأخرى.

1. المجموعة العادية:

أزهارها أرجوانية اللون، وهي أسبوية المنشأ، محدودة المقاومة للبرودة، وذات طرز متعددة.

2. مجموعة التركستان:

أزهارها أرجوانية اللون، نباتاتها أقصر طولاً من المجموعة السابقة، ولكنها أكثر افتراشاً وأبطأ نمواً بعد الحش، وتتمتع بمقاومة عالية للبرودة، لها فترة سكون شتوي، ومقاومة للذبول البكتيري.

3. المجموعة المخططة:

ترجع نشأة أصناف هذه المجموعة إلى هجن طبيعية أو اصطناعية بين الفصة الأرجوانية الأزهار Purple-Flowered alfalfa و الفصة صفراء الأزهار Yellow alfalfa ولهذا فإن أزهارها متعددة الألوان بين الأصفر والأخضر والقرمزي، وهي شديدة المقاومة للبرودة.

4. الفصة غير المقساة:

منشؤها الشرق العربي وأفريقيا، أزهارها أرجوانية اللون، وسيقانها قائمة وسريعة النمو، ضعيفة المقاومة للبرودة وليس لها فترة سكون شتوية. ونظراً لأن استنباط الأصناف الجديدة في الوقت الحاضر يعتمد على أصول وراثية عائدة في كثير من الأحيان إلى أكثر من مجموعة من المجاميع السابقة فإنه من

المتعذر تقسيم الأصناف التجارية الحالية في العالم إلى المجاميع المحددة السابقة، ولهذا فإن من الأفضل تحت هذه الظروف أن تقسم إلى :

1. أصناف مقساة شديدة التحمل للبرودة، وذات فترة سكون شتوي طويلة
2. أصناف متوسطة التقسية
3. أصناف غير مقساة لا تتحمل البرودة، وليس لها فترة سكون شتوية

ونظرا لأهمية الفصاة الاقتصادية لكثير من دول العالم عمل مربو النبات على إنتاج أصناف جديدة أكثر ملائمة لظروف البيئة، وأكثر إنتاجية للعلف ذي النوعية الجيدة، فعلى سبيل المثال سجلت الولايات المتحدة الأمريكية وحدها 65 صنفا جديدا منذ عام 1962 ، هذا يعني توفر مجال واسع للاختيار بين أصناف الفصاة تبعا لظروف منطقة الزراعة، والأفضل تقسيم مناطق الزراعة إلى مناطق مناخية حسب انخفاض درجة الحرارة شتاء ومدة الانخفاض.

كما صنف (1972) Falacago جنس الفصاة إلى 21 نوعا في ثلاثة مجموعات تبعا لعدد الصبغيات ثنائية ورباعية وسداسية المجموعة الصبغية (جدول 26)

جدول (26) تصنيف جنس الفصاة

النوع	العدد الصبغي
<i>M.marinad</i>	2n=16
<i>M.rupestris</i>	2n=16
<i>M.daghestanica</i>	2n=16,32
<i>M. prostrata</i>	2n=16
<i>M.dzhawak hetica</i>	2n=16,32
<i>M.papillosa</i>	2n=16
<i>M.borealis</i>	2n=16
<i>M.quasifalcata</i>	2n=16
<i>M.glandulosa</i>	2n=16
<i>M.difalcata</i>	2n=16
<i>M.coerulea</i>	2n=16

2n=16	<i>M. glomerata</i>
2n=16	<i>M.hemicycla</i>
2n=16	<i>M.rhodopea</i>
2n=16	<i>M.trauvetteri</i>
2n=32	<i>M.sativa</i>
2n=32	<i>M.varia or media</i>
2n=32	<i>M.falcata</i>
2n=32	<i>M.glutinosa</i>
2n=32	<i>M.polychroa</i>
2n=32	<i>M.tianschanica</i>
2n=48	<i>M.cancellata</i>
2n=48	<i>M.saxatisti</i>

الفصّة *M.sativa* محصول عشبي معمر يمكنه البقاء في التربة أكثر من عشرين عاماً، ومن المعتاد تركه في التربة فقط من 3-6 سنوات، جذور الفصّة وتدية تتعمق في التربة 6-10متر وذلك حسب قوام التربة، عمق مستوى الماء الأرضي.

الساق عشبية مضلعة تميل إلى التخشب إذا لم تقطع في عمر مناسب، ويجدد النبات نفسه من البراعم القاعدية التي تخرج من منطقة التاج والتي يزداد قطرها بزيادة عمر النبات. تحمل الأزهار في نورات عنقودية قصيرة، ويختلف لون الأزهار ما بين الأصفر والأرجواني. الزهرة خنثى خلطية التلقيح بدرجة كبيرة القرن حلزوني والبذرة كلوية الشكل بلون أخضر زيتوني أو أصفر.

الفصّة-كما ذكرنا- خلطي التلقيح بدرجة كبيرة حيث تبلغ نسبة التلقيح الخلطي 80-95% ويتطلب عقد البذور زيارة الحشرات الملقحة (نحل العسل وغيره من الحشرات) كي تقوم بعملية إطلاق الأعضاء الأساسية للزهرة (الأسدية، المدقة) وذلك بتحريرها من قوى الشد الواقعة عليها داخل الزورق، فتنتفض للخارج ناشرة حبوب اللقاح ومسببة تمزق الغشاء الرقيق الذي يغطي الميسم ويحول دون دخول حبوب اللقاح.

وعملية الإطلاق هذه تتم طبيعياً أو ذاتياً بدرجة محدودة، وبفعل الرياح والأمطار، ولكن المعول الأساسي على إتمامها هو زيارة الحشرات الملقحة حيث يتم الإطلاق أثناء زيارة الحشرة، فيتم تبادل حبوب اللقاح بين الحشرة والزهرة.

أهداف تربية الفصّة :

يتوقف نجاح برامج التربية على توفر معلومات عن المشاكل التي يعاني منها المحصول، وعلى إيجاد الحلول المناسبة لهذه المشاكل عبر عمليات التربية عموماً يوجد العديد من الصفات يهتم بها مربو النبات تتصدرها الغلة والنوعية:

1- الغلة:

تملك الفصّة القدرة على إعطاء غلة عالية من العلف بنوعية عالية ويحاول مربو النبات في معظم برامج التربية تطوير أصناف تتميز بأداء جيد ضمن نظم الإنتاج المكثف، ويعتقدون أن الصنف لا يعد اقتصادياً ما لم يتأقلم مع الزراعة الكثيفة.

حققت أعمال التربية زيادة وراثية حقيقية في غلة الفصّة بلغت 3% وتعد هذه النسبة قليلة إذا ما قورنت مع محاصيل الحبوب، فوضعت المقترحات الآتية لأسباب انخفاض معدل التقدم أو التحسين الوراثي للفصّة:

1. اقترح (Evans 1980) أن معظم الزيادة في الغلة تكون من البذور وتنتج من تحويل منتجات التمثيل الضوئي لأنسجة النبات بأعظم قيمة اقتصادية لها، وهذا الأمر لا يرضي مربو الفصّة لأن النبات ككل هام اقتصادياً.
2. الفصّة Outotetraploids فقد يكون سبب انخفاض مقدار التحسين الوراثي للفصّة أن الطرق الفعالة في تحسين المحاصيل الثنائية Diploids غير فعالة بنفس الدرجة في تحسين الفصّة Outotetraploids
3. الفصّة محصول معمر مع حشات متعددة في كل موسم، وتتطلب طبيعة النمو المعمر لهذا المحصول الانتظار عدة سنوات قبل البدء

بالانتخاب، وإذا ما قارنا الزمن اللازم لكل دورة انتخابية مع مقدار الربح المحقق لكل دورة ترجم ذلك إلى معدل منخفض للربح والتحسين الوراثي.

2- مقاومة الآفات:

تناول مربو النبات مقاومة الفصّة للأمراض والحشرات في برامج التربية وحققوا نجاحات هامة في هذا المجال. تعد المقاومة المتعددة Multiple-pest resistance الهدف الأساسي لبرامج تربية الفصّة حالياً، فمعظم أصناف الفصّة الحديثة تحمل مقاومة متوسطة إلى عالية المستوى للأمراض-bacterial wilt-fusarium wilt-spotted alfalfa aphid و-pcaaphid-phytophthora root-virgicillium wilt وطورت الأصناف التي تحمل المقاومة للعديد من الآفات.

يعتمد نجاح برامج التربية لمقاومة الآفات على تطوير طرق تسمح بتحديد الطراز المقاوم بدقة، ويمكن القول أن مستوى مقبولاً من المقاومة لمعظم آفات الفصّة يمكن الوصول إليه خلال 3-5 دورات من الانتخاب، وعد توفر طراز مقاوم حتى الآن لبعض آفات الفصّة يمكن أن يعزى إلى عدم توفر طريقة ملائمة لتحديد الطرز المقاومة.

3- النوعية:

تتميز الفصّة بأعلى قيمة غذائية قياساً لمحاصيل العلف الأخرى، وتتضمن برامج التربية لتحسين النوعية:

1. زيادة تركيز البروتين
2. خفض نسبة الألياف
3. زيادة الاستساغة
4. خفض إمكانية النفاخ

تملك صفة تركيز البروتين بالفصّة درجة توريث عالية نسبيا ويمكن تحقيق تقدم وراثي ملموس لنسبة البروتين عبر عمليات الانتخاب.

تعد المقاومة للآفات من أمراض وحشرات من أهم عوامل رفع نوعية العلف الأخضر، ويرى العديد من مربي النبات أن زيادة الغلة ومقاومة الآفات أكثر أهمية من تحسين النوعية.

4- تطوير الأصناف الرعوية من الفصّة:

تعد عملية تطوير الأصناف الرعوية من الفصّة أحد أهم أهداف مربي الفصّة، وتتصف الأصناف الرعوية بالصفات الآتية:

1. تعطي مجموعا خضريا كبيرا، وتقاوم الظروف غير الملائمة والأمراض والحشرات، وتعطي كميات وفيرة من البذور
2. تستجيب للخدمات الزراعية (الري والتسميد...)
3. القدرة على استعادة النمو وخاصة بعد الرعي الجائر
4. القدرة على تحمل الرعي، والاستجابة بصورة إيجابية مع رعي الحيوانات
5. التمتع بقدرة تنافسية عالية عند دخولها مع الخلائط العلفية
6. تحمل 4-5 دورات رعوية في الزراعة البعلية، و 6-7 دورات رعوية في الزراعة المروية.
7. طويلة العمر (لا يقل عن 5-6 سنوات)

يواجه مربو النبات صعوبات كبيرة في تربية الأصناف الرعوية تتعلق باقتران طول عمر الصنف المستنبت، وتحمل الرعي، والإنتاجية العالية للمجموع الخضري، وتعدد دورات الرعي السنوي، وإنتاجية البذور بشكل كاف، ويمكن تجاوز بعض الصعوبات عبر ممارسة التهجينات المختلفة مع الأصناف المحلية المتأقلمة، ولا ننسى أبدا أهمية الطرز البرية في برامج التهجين لتربية الأصناف الرعوية.

طرق تربية الفصّة:

تستخدم في تربية الفصّة - على نحو واسع- كمصدر للمادة الأولية طرز الفصّة ذات المنشأ الجغرافي المتباعد، والأصناف المعتمدة والمبشرة، والطرز البيئية المتعددة، والأصناف المحلية والمحسنة وذلك بهدف استنباط أصناف جديدة جيدة، ولا يمكن اعتماد مصدر واحد لتلبية كافة المتطلبات والخواص في الصنف الجديد، لذلك يتم الحصول على مصدر المادة الأولية من تهجين الأشكال الجغرافية البعيدة المنشأ، وإجراء التلقيحات الرجعية، أو المعاملة بالكولشيدين، أو استخدام الطفرات، أو التهجين بين العشائر، أو بين الأصناف المحلية والطرز البرية.

لاحظ مربو النبات منذ زمن بعيد التشابه الكبير بين الذرة الصفراء والفصّة في التعبير عن قوة الهجين الاستجابة للتربية الداخلية، وأدركوا أهمية عدم التوافق الذاتي الشائع في الفصّة للسيطرة على عملية التلقيح وإنتاج الهجن. من أهم طرق تربية الفصّة:

1-الانتخاب المتكرر الظاهري:

دعيت هذه الطريقة بالانتخاب الإجمالي الدوري Cyclic mass selection ويتم على النحو الآتي:

1. تقييم عدد كبير من النباتات لأجل الصفة أو الصفات هدف التحسين
2. انتخاب النباتات الفردية الأفضل بالصفات المرغوبة نحو 75-100 نبات
3. ترك النباتات المنتخبة لكافة احتمالات التلاقح
4. تكرار الخطوات من 1-3 حتى التوصل للمجتمع المطلوب

استخدم الانتخاب المتكرر الظاهري بشكل واسع لتحسين المقاومة للأمراض والحشرات وحقق فعالية فائقة في الصفات المتميزة بدرجة توريث متوسطة إلى مرتفعة.

يختلف حجم المجتمع في الخطوة الأولى من برنامج التربية من صفة لأخرى فيكون عدد النباتات من أجل المقاومة للأمراض حسب الإمكانيات المتاحة لاختبار النباتات، كما يختلف عدد الدورات من الانتخاب حسب الصفة المدروسة، وبينت الدراسات أن

التوصل إلى المستوى المطلوب من المقاومة للآفات يتحقق من خلال خمس دورات من الانتخاب.

ملاحظة: تعد طريقة الانتخاب المتكرر الظاهري عديمة الفعالية مع الصفات ذات درجة التوريث المنخفضة.

2-الانتخاب الإجمالي:

يمكن استخدام الانتخاب الإجمالي في تحسين الصفات الواضحة مظهريا وذات درجة التوريث العالية، غير أن تحديد النباتات المتفوقة وانتخابها من الأمور غاية في الصعوبة في ظل الكثافة النباتية العالية، إضافة إلى طبيعة التلقيح الخلطي في الفصّة مما يزيد من الفترة الزمنية اللازمة لإحداث تقدم ملموس في برنامج التربية.

3-اختبار النسل:

يعد اختبار النسل الأكثر استخداما في برامج تربية الفصّة، وهو يعتمد على التلقيح الخلطي فيسمى النسل مفتوح التلقيح. ونبين فيما يلي مراحل اختبار النسل:

1. اختيار مجموعة من الآباء الجيدة
2. تلاقح الآباء في مكان معزول
3. تقييم الأنسال: يجري تقييم الأنسال من أجل المقاومة، وقوة النمو، والغلة وغيرها من الصفات. ونشير هنا إلى استخدام هذه الطريقة بصورة أساسية من أجل صفة الغلة حيث يتم تقييم الأنسال في أكثر من موقع.
4. اختيار الآباء التي أبدت أنسالها أفضل أداء

تعد هذه الطريقة أكثر كفاءة وفعالية من الانتخاب المتكرر الظاهري والتهجين الرجعي للصفات ذات درجة التوريث المنخفضة.

4-انتخاب العائلات:

انتخاب أفضل العائلات هو امتداد لانتخاب اختبار النسل السابق والاجراءات ذاتها، والاختلاف بينهما أنه سيتم انتخاب أفضل العوائل وليس أفضل النباتات التي تعد بدورها مناسبة لبدء الانتخاب المتكرر مقارنة مع اختبار النسل.

5- التهجين:

يتطلب إنتاج الهجن في الفصّة كأحد المحاصيل العلفية ما يأتي:

1. تحديد أفضل التراكيب الهجينة من سلالات عقيمة ذاتياً لإنتاج هجن فردية عالية الإنتاج.

2. تأسيس حقول إنتاج بذار الهجن الفردية باستخدام أسلوب التكاثر الخضري.

3. الحصول على بذور الهجن الفردية باتباع التلقيح الخلطي الإجباري بين السلالات العقيمة ذاتياً.

توفر هذه الطريقة إمكانية الاستقادة من ظاهرة قوة الهجين وتعتمد قابليتها للتطبيق على ما إذا كان إنتاج الهجن هذه أعلى من انتاج الأصناف التركيبية ليكون هناك مبرر للنفقات الكبيرة اللازمة لإنتاج الهجن. ونبين الأشكال التالية من التهجين:

1. التهجين القريب:

تنفذ التصلبات في محاصيل العلف خلطية التلقيح بطريقتين:

-طريقة التلقيح الحر للأشكال المنتخبة في ظروف العزل

-طريقة التلقيح الخلطي الإجباري

يتحقق تلقيح الأزهار عن طريق زراعة النباتات المتوافقة في موعد الإزهار، أو بزراعة الآباء في مواعيد مختلفة بهدف تزامن إزهار أحد هذه المواعيد مع إزهار النباتات الأم، تستبعد النباتات الحاملة لأزهار متفتحة مسبقاً من نبات الأم، وتقيم القدرة على التوافق للأصناف وفق طريقة التهجينات المباشرة والعكسية.

وبهدف إجراء تلقيح خلطي متبادل يصمم مشتل خاص بالهجن في حقل معزول بمسافة كافية، وتزرع بذور الصنف الأم، والصنف الملقح بشكل منفصل في خطوط

عريضة متناوبة على هيئة شرائح طولية، وبدلاً من الصنف الملقح الواحد يمكن زراعة عدة أصناف وفي مثل هذه الحالة تخطط بذور الأصناف جيداً قبل الزراعة. ويفيد في نجاح التلقيح الحر المتبادل زيادة عدد النباتات الأم إلى جانب عدد كبير من نباتات الأب المذكر.

2. التهجين البعيد:

توصل مربو النبات إلى نتائج إيجابية قليلة جداً من التهجينات الصناعية بين أنواع الفصّة (تهجين البعيد)، نفذ تهجين صناعي في أوكرانيا بين نوعي الفصّة الثنائي *M.coerulea* والرباعي *M.sativa* فنتج الهجين النوعي 4n العالي الإنتاجية، حيث تفوق على الشاهد بمقدار 7% .

3. التهجين الرجعي:

يكون الأب المتكرر والأب المانح للصفة في معظم الحالات مجتمعات عريضة القاعدة الوراثية ونادراً ما تستخدم السلالات الداخلية، وذلك بهدف تجنب التربية الداخلية في الفصّة. الهدف من التهجين الرجعي تحريك المورثات المسؤولة عن صفة أو مجموعة من الصفات (صفات ذات درجة توريث عالية) من الأب المانح إلى الأب المتكرر، ويتحقق ذلك باتتباع الخطوات الآتية:

1. اختبار كل من الأب المانح والأب المتكرر.
2. تهجين عدد كبير من نباتات المجتمعين
3. تقييم النسل الناتج عن التهجين السابق
4. انتخاب النباتات الحاملة للصفات المرغوبة وتهجينها مع الأب المتكرر
5. تكرار الخطوة 2-4 للوصول إلى المستوى المطلوب من صفات الأب المانح يتوقف حجم المجتمع وعدد النباتات المنتخبة على الصفة هدف عملية التربية، تماماً كما في الانتخاب الظاهري.

4. التهجين المركب:

تستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع في تربية محاصيل العلف المعمرة كالفصة. ويقصد بالتهجين المركب نسل النباتات الملقحة خلطيا والناجمة من زراعة السلالات الداخلية، والسلالات عقيمة الذكر، أو السلالات عديمة التوافق الذاتي، أو تشثيل السلالات الخضرية.

تزرع النباتات المنتخبة في قطعة أرض معزولة بطريقة تساعد على حدوث التلقيح الحر المتبادل، ثم تقدر القدرة العامة على الانتلاف للطرز وذلك بزراعة البذور الناتجة عن التصلبات في عدة مكررات في محطة واحدة أو عدة محطات. تنتخب السلالات ذات القدرة الأعلى على الانتلاف، وتزرع بذورها وتترك النباتات في موسم الإزهار للتلقيح الحر، تجمع البذور الناتجة عن التلقيح الحر لتدخل في تكوين الصنف الجديد، وتسمى الأصناف الجديدة بالأصناف التركيبية.

6- الأصناف التركيبية:

كما يمكن استخدام أسلوب إقامة العشائر المركبة، حيث تزرع في قطع معزولة من الحقل من 2-4 أصناف محلية أو محسنة (تملك خواص زراعية وبيولوجية جيدة) بأن يزرع كل صنف على خطوط عريضة متبادلة مع صنف آخر، ويحدث تلقيح حر متبادل بين الأصناف، وعند النضج تجمع البذور معا فنحصل على العشيرة المركبة، ونشير هنا إلى أنه يمكن أن يتم التلقيح الخلطي الحر المتبادل بين الأصناف مرة واحدة أو عدة مرات، يتم جمع بذور كل تلقيح ليزرع مرة أخرى في منطقة معزولة وتترك النباتات للتلقيح الخلطي.

المصطلحات العربية ومرادفاتها الأجنبية

A	
Additive genes	مورثات ذات أثر تراكمي (إضافي)
Allopolyploid	تضاعف هجين
Allotetraploid	تضاعف رباعي هجين
Autopolyploid	تضاعف ذاتي
B	
Backcross	تهجين رجعي
Backcross_ Bulk Method	طريقة انتخاب التجميع الرجعي
Barley	شعير
Bolting	ظاهرة الشمرخة
Botanical classification	التصنيف النباتي
Bracts	القنابات
Bulk method	طريقة التجميع

Bulk- Pedigree Method	طريقة انتخاب التجميع والنسب
Bunt	التفحم المغطى
C	
Calyx	الكأس
Combination	تركيب تهجينى (توافق)
Combining ability	القدرة على الخلط (الاكتلاف) أو التوافق
Cotton	القطن
Crossing	تهجين
Crossing-over	العبور الوراثي
Cytoplasmatic male sterility	العقم الذكري السيتوبلازمي
Cytoplasmic Genetic Male sterility	العقم الذكري الوراثي - السيتوبلازمي
D	
Diallel Cross	التهجين التبادلي-التكراري
Diploid	ثنائي المجموعة الصبغية
Double Cross	هجين زوجي
Double crossing	تهجين مزدوج
E	
Ear-to-row method of selection	طريقة انتخاب عرنوس (سنبلة) خط
Ecotype	طراز بيئي
Einkorn	قمح وحيد الحبة
Emmer	القمح الرباعي
F	
Fibers	التيلة
First selfed generation	الجيل الذاتي الأول

G	
Gene action	عمل المورثات
Gene multiple	مانع وراثي
Gene mutation	طفرة عاملية (مورثية)
Genetic Combining Ability	المقدرة العامة على الخلط (التوافق)
Genetic Mono-germ	بذار وحيد الجنين وراثياً
Genetic erosion	الانحراف الوراثي
Genome	العدد الأساسي للصبغيات
Genotype	تركيب وراثي - نمط - طراز
Genetical male Sterility	عقم ذكري وراثي
Genetical sterility	عقم وراثي
Germplasm	أصول وراثية
G.banks	بنوك الأصول الوراثية
Gossypol glands	غدد الجوسيبول
Growth habit	طبيعة النمو
H	
Haploid(ln)	أحادي المجموعة الصبغية
Heredity	التوارث
Heritability	درجة التوريث
Heterosis	قوة الهجين
Heterozygous	خليط
Homozygous	أصيل
H.genotypes	تراكيب أصيلة
Homozygote	متماثل اللواقح
Horizontal Resistance	مقاومة أفقية

Hybridization	التصالب – التهجين
Hybrids, polycross	الهجن المركبة
Hybrid Vigor	قوة الهجين
I	
Inbreeding	التربية الداخلية (تربية الأقارب)
Intergeneric	تهجين بين الأجناس
Interspecific(Hybridization)	تهجين بين الأنواع
Inter-Varietal Hybridization	تهجين صنفى
Inversion	انقلاب
L	
Line	سلالة
Lines,inbred	السلالات ذاتية التلقيح
M	
Maize	الذرة الصفراء
Male Sterility	عقم ذكري
Mass Selection	انتخاب إجمالي
Mass Population Method	طريقة التجميع
Mating,random	التلقيح العشوائي
Modified Bulk Method	طريقة التجميع المعدلة
Monococum	قمح وحيد الحبة
Monoecious	أزهار وحيدة المسكن
Mono-germ	بذار وحيدة الأجنة
Multigerm	بذار متعددة الأجنة
N	
Natural selection	انتخاب طبيعي

Net photosynthetic rate	معدل البناء الضوئي الصافي
P	
Pedigree- Bulk Method	طريقة انتخاب النسب والتجميع
Pedigree method	طريقة النسب
Pedigree trial method	طريقة تجريب النسب
Periodic selection	الانتخاب الدوري
Petals	لون التلات
Photophosphorylation	الفسفرة الضوئية
Plant breeding	تربية نبات
Polyploid	متضاعف التركيب الصبغي
Polycross	التهجين المتعدد
Potential variability	الاختلافات الكامنة
Pubescence	الزغب
Q	
Qualitative characters	صفات نوعية
Quantitative characters	صفات كمية
R	
Receprocal cross	تهجين عكسي
Recessive	متنحي
Recurrent Selection	الانتخاب المتكرر
S	
Sawfly	دبور الحنطة المنشاري
Scald	الاسمرار أو السفحة الحقلية
Segregation	انعزال
Selection	انتخاب

Selection,ear-to-row	طريقة الانتخاب "عرنوس_خط"
Selection,full-sib family	طريقة الانتخاب الأخوي الكامل
Selection,gamete	طريقة الانتخاب الأعراس
Selection,half-sib family	طريقة الانتخاب نصف الأخوي
Selection,pure line	طريقة انتخاب السلالة النقية
Selection,pressure	شدة الانتخاب
Self fertilized crops	محاصيل ذاتية الاخصاب
Self-incompatibility	عدم توافق ذاتي
Self-sterile	عقم ذاتي
Single seed descent	نسل الحبة الواحدة (انتخاب)
Smut,covered	مرض التقحم المغطى
Smut,loose	مرض التقحم السائب
Specific combiningability	المقدرة الخاصة على الخلط
Spike	سنبلة
Spikelete	سنييلة
Sugar beet	الشوندر السكري
T	
Test cross	تلقح اختباري
Tester	مختبر
Three-way cross	هجين ثلاثي الآباء
Tillering	إشطاء
Tobacco	التبغ
Top Crossing	تهجين قمى
Transgressive segregation	انعزال متجاوز الحدود

Translocation	انتقال
Triploid	نباتات ثلاثية المجموعة الصبغية
U	
Universal line	سلالة عامة لإرجاع الخصوبة
V	
Varieties,composite	الأصناف المركبة
Varieties,multilineal	الأصناف العديدة السلالات
Varieties,multiplant	الأصناف التركيبية العديدة النباتات
Varieties,multistrain	الأصناف التركيبية العديدة السلالات
W	
Wheat	القمح
Wheat,hard	القمح القاسي
Wheat,soft	القمح الطري

المراجع العربية

- الخشن، علي علي، فؤاد حسن خضر. قواعد تربية النباتات. دار المعارف، القاهرة، 1975
- العودة، أيمن، مها حديد، يوسف نمر. المحاصيل الزيتية والسكرية وتكنولوجياها. مديرية الكتب والمطبوعات، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة، 2009

- المجموعة الإحصائية السنوية، رئاسة مجلس الوزراء، المكتب المركزي للإحصاء، الجمهورية العربية السورية، 2009.
- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية الإحصاء والتخطيط، دمشق سورية، 2009
- المجموعة الإحصائية السنوية لمنظمة الأغذية والزراعة الدولية (الفاو)، 2010.
- المصري، عادل محمد. الوراثة الكمية والتحسين الوراثي. منشأة المعارف، الإسكندرية، 2007
- المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (إيكاردا)، التقرير السنوي، 2003.2000 . 2005 . 2009 . 2010 . 2012
- جابر، بدر. أساسيات علم الوراثة، مطبوعات جامعة تشرين، 1984.
- جابر بدر، شاهرلي مخلص، حديد مها. تربية المحاصيل الحقلية. منشورات جامعة دمشق، 2009.
- حسن، أحمد عبد المنعم. أساسيات تربية النبات. الدار العربية للنشر والتوزيع، جمهورية مصر العربية، القاهرة، 1991.
- شاهرلي، مخلص. خيتي، مأمون. البشارة، سوسن. محاصيل العلف. منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة. 2013
- رضوان، محمد السيد، ورضا شهبانة. أسس تربية النبات. منشورات جامعة القاهرة، كلية الزراعة. ص 66 - 67، 1989.
- رقية، نزيه. محاصيل الألياف الصناعية، الجزء الثاني. منشورات جامعة تشرين، كلية الزراعة. ص 68، 1990.
- صبح محمود. إنتاج المحاصيل الصناعية (نظري وعملي) منشورات جامعة دمشق، 1992.

- عزام، حسن، كيال، حامد، جابر، بدر، صبوح، محمود (1994)، التحسين الوراثي للنباتات، منشورات جامعة دمشق 400 صفحة.
- غزال حسن. تربية المحاصيل. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة. ص 11990
- كيال حامد، صبوح محمود، نمر يوسف. المحاصيل الصناعية (الجزء النظري والعملي) منشورات جامعة دمشق، 1998.
- مسعود، كاسر. أساسيات تربية النبات. منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة ص 102، 1981.
- مسعود، كاسر. تربية المحاصيل منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة ، 1986



References

- ALLARD, R. W. Principles of plant breeding. Wiley, N. Y. 1964.
- AL-ENANI, F. A., and E. T. EID. Heterosis and potency ratio for some cotton seed properties in some interspecific hybrids between (*Gossypium barbadense* L.) and (*Gossypium hirsutum* L.). Bulletin of Faculty of Agriculture, Cairo Univ., Egypt. 37(1) : 321-331. 1986.
- AL-ENANI, F. A., and Y. T. ATTA. Genetic analysis of some economic characters in cross in Egyptian cotton . Bulletin of Faculty of Agriculture, Cairo Univ. ,Egypt. 37(1): 309-319. 1986.
- BAKER, J. L., and L. M. VERHALEN. Heterosis and combining ability for several agronomic and fiber properties selected lines of upland cotton. Cot. Grow. Res. 52: 209-223. 1975.
- BOTHMER, R. Von, Flink, J. and Landstrom, T. (1986a). Meiosis in interspecific HORDEUM hybrids. I-Diploid combinations. Can. J. Genet. Cytol. 28, 525-535.
- BULLAR, G. S.; GILL, K. S. and BHATIA, A. Combining ability over successive generations in diallel crosses of bread wheat. Cereal Research Communications. 7(3): 1999.
- BURTON, G. W. Quantitative inheritance in pearl millet (*Pennisetum glaucum*). Agron. J. 43: 409-417. 1951.
- CARVALHO, L. P. D. E. Genetic control of fiber percentage and boll weight in cotton. Revistaceres . 42 (244): 626-636. 1995.
- CULP, T. W., and D. C. HARREL. Breeding methods for improving yield and fiber quality of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Crop Sci. 1(3): 686-689. 1973.

- DAVIES , D.R. ; G.J.BERRY ; M.C.HEALTH and T.C.K.DAWKINS. - Pea (*Pisum sativum* L.). In: Summerfield , R.J. and E.H.Roberts , (eds), Williams Collins Sons and Co. Ltd. , London ,UK. 1985 , 147-198.
- DIXIT, R. K, P. D. SAXENA., and L. K. BHATIA. Estimation of genotypic variability of some quantitative characters in groundnut. *Indian .J.Agric. Sci.* 40: 187-197. 1970.
- DIXIT, R.N., and V.P. PATIL. Variability and heritability studies in wheat. *J. of Maharastra Agric. Univ.* 8. 1993. p: 170-172.
- DUBEY , R.S. and S.LAL. - Combining ability in peas. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 43 (3) , 1983 , 314-317.
- DUKE , J.A. - Hand book of legumes of world economic importance. Plenum Press, New York , 1981 , 199-265.
- FALCONER, D. S. Introduction to quantitative genetics. The Ronald Press Company. New York. P. 281-286. 1960.
- GRIFFING , B. - Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences* 9 , 1956 , 463-493.
- GOMMA, M. A. M. Genetic studies on yield, yield components and fiber properties in three Egyptian cotton crosses. *Annals. Agric. Sci. Cairo.* 42 (1): 195-206. 1997.
- Harlan, J.R. and Zohary, D. (1966). Barley, In N.W. Simmonds (Ed.) (1976a) *Evolution of crop plants*. Longman, London and Newyork.
- Harlan, J.R. (1968). On the origin of barley. *USDA Agriculture Handb.*, 338, 9-31.
- Harlan , J.R. (1975b) .Geographic patterns of variation in some cultivated plants . *J. Hered.* , 66 , 184 - 91 .

- Hawkes, J.G. , Williams , J.T. and Hanson , J. (1976). A bibliography of plant genetic resources. IBPGR , Rome (With supplements by J.T. Williams).
- Helbaek, H. (1966). Wheat. In N.W. Simmonds (Ed.) (1979). Evolution of crop plants. Longman, London and Newyork.
- INTERNATIONAL BOARD for PLANT GENETIC RESOURCES. - Genetic Resources of the genus *Pisum* (Pea). IBPGR Secretariat Rome ,1984.
- JOHANSON , H. W., H. F. ROBINSON., and R. E. COMSTOCK. Estimation of genetic and environmental variability in soybeans. Agron. J. 47: 314-418. 1955.
- KHARCHE , S.K. and V.G.NARSINGHANI. – Heterosis and inbreeding depression in pea. Indian Journal of Pulses Research 7 (1) , 1994 , 18-20.
- Kihara, H. (1954). Consideration on the evolution and distribution of *Aegilops* Species based on the analyser-methods. Cytologia, 19,336-57.
- KRARUP , A. and D.W.DAVIS. - Inheritance of seed yield and its components in a six –parent diallel cross in peas. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 , 1970 , 795-797.
- KUMAR, D.; D.K.VERMA and N.K.SINGH. - Heritability and expected genetic advance in pea (*Pisum sativum* L.). Journal of Soils and Crops 7 (2), 1997, 113-118
- LARIK, A. S, S. R. ANSARI., and M. B. KUMBHAR. Heritability analysis of yield and quality components in (*Gossypium hirsutum* L.) Pakistan .J. Botany. 92 (1): 79-101. 1997.
- MATHER, K., and J. L. JINKS. Introduction to biometrical genetics. Chapman and Hall Ltd. London. P: 231. 1977.

- MATHER, K., and J. L. JINKS. Biometrical genetics. Chapman and Hall Ltd, London. 1971
- MATHHEWS , P. and E. ARTHUR. -Genetic and environmental components of variation in protein content of peas. In: Zhang, C.: Implementation of marker assisted selection for lodging in pea breeding, 1985 , pp 6.
- MAY, O. L, and C. C. GREEN. Genetic variation for fiber properties in elite pee Dee cotton population. Crop Sci. 34 (3): 684-690. 1994.
- MAY, O. L., and G. M. JIVIDEN. Genetic modification of cotton fiber properties as measured by single-and high-volume instruments. Crop Sci. 39(2): 328-333. 1999.
- McCARTY, J. C. JR., J. N. JENKINS., B. TANG., and C. E. WATSON. Genetic analysis of primitive cottons germplasm accessions . Crop Sci. 36 (3): 581-585. 1996.
- Morris, R. and Sears, E.R. (1967). The cytogenetics of Wheat and its relatives. In: K.S. Quisenberry (ed.). Wheat and Wheat Improvement. Am. Soc. Of Agronomy. Wisconsin.
- Murray, J., (1970). The First European agriculture. Edinburgh.
- MURUGAN, S . Heterosis breeding in rice (*Oryza sativa* L .) utilizing 'WA' cytoosteriles .Ph .D .Thesis . Annamalai , Univ . India . 1998.
- PATEL, U. G, J. C. PATEL, N. N. PATEL., and A. D. PATEL. Variability parameters in diploid cotton. Gujarat . Agric. Univ. Res. India. 22(1): 9-13. 1996.
- RAAFAT, M. A. A, P. DUGGER., and D. RICHTER. Some features of Egyptian cotton after chemical mutagens treatment. Proceedings Beltwide cotton conferences, San Diego, California, USA. 1: 586-590. 1998.

- RANA, J.C. and V.P.GUPTA. - Genetic analysis of green pod yield and phonological traits in pea. Legume Research 17 (2) , 1994 , 105-108.
- Renfrew, J.M.(1969). Barley. In :N.W. Simmonds(ed.)(1976). Evolution of crop plants. Longman, London and Newyork.
- Renfrew, J.M.(1973). Wheat. In: N.W.Simmonds (ed.). (1976). Evolution of crop plants. Longman, London and Newyork.
- Riley, R. and Kimber, G. (1965). The transfer of alien genetic Variation of wheat. Pl. Br. Inst. Cambridg. ann. Rep. 1964-65, 6-36.
- SAXENA, K. B., E. S. BYTH., I. WALLIS., and I. H. DEIACY. Gene action in short duration pigeonpeas Legume Res. 12 (3): 103-109. 1989.
- SAYAL, O. U., and M. Z. SULEMANI . Comparison of gene action controlling the qualitative traits in some early maturing cultivars of American cotton. Sarhad .J. Agric. 12 (2):137-145. 1996.
- SINGH, B. D. Plant breeding , principles and methods. Kalyani Pub . New Delhi . p : 126-137 . 1983.
- SINGH, H.,S.N. SHARAMA,andR.S.Sain. Combining ability for some quantitative characters in hexaploid Wheat .Rajasthan Agriculture University, Agricultural Research Station, India. 1999.
- SINHA,S .K,and R.KHANNA. physiological , biochemical and genetic basis of heterosis . Adv . Agron . 27:123-174 . 1975
- SINGH, D. ; J.P.SRIVASTAVA ; H.N.SINGH and S.P.SINGH.- Heterosis and inbreeding depression in table pea. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 35 (3), 1975 , 414-416.

- SINGH , M.N. ; B.RAI and R. M. SINGH. - Potentialities of heterosis breeding in Pisum. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 54 (4) , 1994, 398 - 401.
- SINGH , R.N. and G.M.MISHRA. - Heterosis and combining ability in pea (*Pisum sativum* L.). Journal of Horticulture 9 (2) , 1996 , 129-133. resources. SMARTT , J. - Grain legumes: Evolution and genetic Cambridge University Press , 1990. P. 200.
- SMITH , H. H. - Fixing transgressive vigour in *Nicotina rustica*. Heterosis. Iowa State College Press , Ames , Iowa. USA.,1953.
- STEEL , R.G.D. and J.H.TORRIE. - Principles and procedures of statistics. McGraw – Hill Book Comp., Inc. N.W., 1980.200 pp.
- SRIVASTAVA, R.B., R.S. PARODA, and V.P. SINGH. Genetic architecture of yield and component traits in macaroni wheat. Corp. Improv. 10. 1983
- SUBRAHMANYAM, Y., J. C. PATEL, N. P. MCHTA, A. T. MAISURIA, M. C. BHALOD., and K. J. LYER. Combining ability and inheritance of fiber fineness in diploid cotton, a comparison for F1 and F2 generation. Indian J. Genet. Plant. Breed. 51 (4): 424-428. 1991.
- UNITED STATE DEPARTMENT of AGRICULTURAL U.S.D.A. - Descriptors of Pisum. Idaho, USA. ,1998.
- VAN DER VEEN,J.H. Test of non- allelic interaction and linkage for quantitative character in generations derived from diploid pure lines . Genetics ,30:201-232. 1959.
- VENKATESWARLU, S. and R.B.SINGH. - Combining ability analysis for some quantitative characters in pea. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding 24 .322-323. 1982

- WANG, X. D., and J. J. PAN. Genetic analysis of heterosis in upland cotton. *Acta Agronomic Sinica*. China. 17 (1): 18-23. 1991.
- WAENER, J.N. A method for estimating heritability. *Agron. J.* 44:427-430. 2000
- WARNER, J.N. A method for estimating heritability. *Agron. J.* 44. 1952. p: 427-430.
- WEISS, E.A. *Oil Seed Crops*. Longman, London, New York, 1983
- WEISS, E.A. *Oilseed crops*. 2nd edition, Blackwell Science Ltd., Oxford. 2000.
- WILLIAMS, W. *Correlation and plant breeding*. Blackwell Scientific Pub., Oxford. 2002.
- Zohary, D. and Feldman, M. (1962). Hybridisation between amphiploids and the evolution of polyploids in the wheat (*Aegilops- triticum*), group. *Evolution*. 16,44-61.



المقومون العلميون:

الأستاذ الدكتور: حسن عزام

الأستاذ الدكتور: فيصل حامد

الأستاذ الدكتور: أحمد مهنا

المحقق اللغوي:

الأستاذ الدكتور

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لاديرية الكتب والمطبوعات

