منشورات جامعة الفرات

كلية الهندسة الزراعية

التحسين الوراثي للخضار

(الجزء النظري)

الدكتور

عبود حمود الجاسم

أستاذ مساعد في قسم البساتين

السنة الخامسة

قسم البساتين

2022 – 2023 م

1443 – 1444 هـ

التحسين الوراثي للخضار

السنة الخامسة – قسم البساتين

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفهرس

مقدمة	9
الباب الأول – مفاهيم عامة	11
تعريف علم التحسين الوراثي	11
تطور علم التحسين الوراثي	12
أهداف علم التحسين الوراثي	14
أهمية التكاثر والتلقيح في التحسين الوراثي لنباتات الخضار	14
طرق إنشاء المادة الأولية	28
التهجين	28
أنواع التهجين	29
مراحل التهجين	32
أغراض التهجين	39
إنتاج الهجن	40
التهجين الجنسي البعيد	44
الطفرات	49
التحسين الوراثي لنباتات الخضار بإحداث الطفرات	52
ظاهرة العقم الذكري وعدم التوافق الجنسي	54
التحسين الوراثي للنباتات ذاتية التلقيح	64
التحسين الوراثي للنباتات خلطية التلقيح	77
الباب الثاني	91
التحسين الوراثي لمحاصيل الخضار	91
الفصل الأول	91
التحسين الوراثي للبندورة	91
زراعة البندورة	92

طريقة الزراعة 92

انتاج بذار البندورة الهجين 97

طرائق التحسين الوراثي للبندورة 98

الفصل الثاني 111

التحسين الوراثي للفليفلة 111

زراعة الفليفلة 111

انتاج بذار الفليفلة الهجين 114

طرائق التحسين الوراثي للفليفلة 115

الفصل الثالث 123

التحسين الوراثي للباذنجان 123

زراعة الباذنجان 123

إنتاج بذار الباذنجان الهجين 126

طرائق التحسين الوراثي للباذنجان 127

الفصل الرابع 135

التحسين الوراثي للبطاطا 135

طريقة الزراعة 136

إنتاج بذار البطاطا الهجين 142

طرائق التحسين الوراثي للبطاطا 144

التهجين الرجعي 144

الفصل الخامس **147**

التحسين الوراثي للخيار 147

انتاج بذار الخيار الهجين 151

التربية والتهجين عند الخيار 152

قوة الهجين في الخيار 155

الفصل السادس 159
التحسين الوراثي للكوسا 159
طرائق التحسين الوراثي للكوسا 162
الفصل السابع 169
التحسين الوراثي للبطيخ الأحمر 169
إنتاج بذار البطيخ الأحمر الهجين 171
إنتاج بذار البطيخ الأحمر اللابذري 171
طرائق التحسين الوراثي للبطيخ الأحمر 172
الفصل الثامن 177
التحسين الوراثي للملفوف العادي 177
إنتاج بذار الملفوف الهجين 180
طرائق التحسين الوراثي للملفوف العادي 181
الفصل التاسع 189
التحسين الوراثي للقرنبيط 189
إنتاج بذار القرنبيط الهجين 190
طرائق التحسين الوراثي للقرنبيط 191
الفصل العاشر 199
التحسين الوراثي للبصل 199
إنتاج بذار البصل الهجين 203
طريقة التهجين في البصل 204
الفصل الحادي عشر 215
التحسين الوراثي للباميا 215
طرائق التحسين الوراثي للباميا 217
التهجين الرجعي 217

الفصل الثاني عشر 221

التحسين الوراثي للخس 221

طرائق التحسين الوراثي للخس 224

الفصل الثالث عشر 229

التحسين الوراثي للسلق 229

طرائق التحسين الوراثي للسلق 230

المصطلحات العلمية 235

المراجع العربية 251

المراجع الأجنبية 256

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

مقدمة

يرجع اهتمام الكثير من الدّول المتقدّمة بالمصادر الوراثيّة النباتيّة إلى نهاية القرن التّاسع عشر وبداية القرن العشرين، حيث تنبه العلماء إلى أهميّة الأصناف المحليّة في استنباط الأصناف المتأقلمة مع الظروف البيئيّة وتقلباتها، وحمايتها مما تتعرّض له من اندثار، فسعى الكثير منهم إلى جمعها، وحفظها، والاستفادة منها في برامج التحسين الوراثي للنّبات.

وإنّ الاعتماد المتزايد على الهجن والأصناف المستوردة بات خطراً يهدّد الأصناف المحليّة بالتدهور، والانقراض؛ إذ بدأ أغلب المزارعين بالعزوف عن زراعتها رغم تأقلمها مع الظروف البيئيّة المحليّة، وهذا ما يحدث الآن لمعظم أنواع الخضار المحليّة، التي أوشكت أصنافها أن تنقرض، وتراجعت بصورة كبيرة أمام الهجن والأصناف المستوردة.

حيث تم التسليط في كتابنا هذا على بعض الطرق المستخدمة في التحسين الوراثي لأهم محاصيل الخضر المزروعة في سورية متناولاً في طياته بابين، الباب الأول، يتضمن التعريف بالمفاهيم العامة المستخدمة في عمليات التحسين الوراثي للنبات وأهم طرائق التحسين الوراثي المستخدمة في التحسين الوراثي لمحاصيل الخضر، في حين يتضمن الباب الثاني ثلاثة عشر فصلاً، تضمنت في طياتها طرائق التحسين الوراثي لأهم محاصيل الخضر المزروعة في سورية مثل: (البندورة، الفليفلة، الباذنجان، البطاطا، الخيار، الكوسا، البطيخ الأحمر، الملفوف العادي، القرنبيط، البصل، الباميا، الخس، السلق).

وأخيراً، أتمنى من الله أن نكون قد وفقنا في إعداد وإنجاز هذا العمل خدمة لطلابنا الأعزاء ولكل المهتمين بعلم التحسين الورثي للنبات.

والله ولي التوفيق

الدكتور عبود حمود الجاسم

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الباب الأول

مفاهيم عامة

علم التّحسين الوراثيّ:

يعرّف علم التّحسين الوراثيّ بأنه أحد فروع العلوم الزّراعيّة الذي يبحث في تحسين الصّفات الوراثيّة للنباتات ذات القيمة الاقتصاديّة.

يختلف علم التّحسين الوراثيّ عن العلوم الزراعيّة الأخرى – التي تبحث في تحسين الظروف المحيطة بالنّباتات – بكونه يبحث في التّحسين على النّبات نفسه، وتغييره إلى الشّكل المطلوب عن طريق تركيبه الوراثيّ.

ويهتّم علم التّحسين الوراثيّ بالمحافظة على الأصناف المحليّة، والأصناف المحسّنة بتخليصها من الصّفات الرّديئة غير المرغوبة التي يمكن أن تظهر نتيجة للخلط البيولوجيّ، أو نتيجة لحدوث الطّفرات الطّبيعيّة التّلقائيّة.

بدأ هذا العلم يتطور بصورة سريعة، وواضحة بعد ظهور نظرية داروين التي درست أهم الطرق التي تساهم في إحداث تطور، ونشوء في النّباتات التي يتحكم بإدارتها الإنسان بدلاً من الطبيعة، يتميز علم التّحسين الوراثيّ بخاصتين أساسيتين هما:

1- المساهمة في التّطوّر الزّراعيّ، وتقدّمه عن طريق إنتاج أصناف، وطرز ذات قيمة اقتصادية عالية.

2- إعطاء معلومات كافية للقائمين على عملية التّحسين الوراثيّ تمكنهم من تحسين الأصناف، وتؤدي في النّهاية إلى التّحسين المطلوب، أو المنشود في الصّفات الاقتصاديّة من النواحي العلميّة، والعمليّة.

يعد علم التّحسين الوراثيّ من العلوم التي تعتمد على علم الوراثة الذي يبحث في طرائق انتقال الصّفات من جيل إلى آخر (Heredity)، كما يعتمد على علوم أخرى مثل: علم النّبات بفروعه، وعلم الخلية، وعلم الاحصاء، وعلم أمراض النّبات، وعلم الآلات الزّراعيّة.

ورغم هذا التّطوّر فقد بقي علم التّحسين الوراثيّ للنّبات ممزوجاً بين العلم الذي أشرنا إليه، وبين الفنّ الذي يعتمد على المهارة الشّخصيّة للمحسّن الوراثيّ في ممارسة عمليّة الانتخاب لإنتاج أصناف أو سلالات، ومعرفة صفاتها الوراثيّة، وملاءمتها للبيئة المحيطة لتحقيق الهدف النهائي، وهو الحصول على أكبر كميّة من الإنتاج كماً، ونوعاً في وحدة المساحة، مع المحافظة على خصوبة التّربة.

تطوّر علم التّحسين الوراثيّ:

تعد الاكتشافات العلميّة التي ساهمت في تقدّم علم التّحسين الوراثيّ سبباً جعله علماً قائماً بمفاهيمه وقواعده الخاصّة من حيث:

- اكتشاف الجنس في النّبات.
- التّلقيح والتّهجين في إنتاج أصناف جديدة محسّنة لكثير من النّباتات الاقتصاديّة.
- تتبّع عمليّة الإخصاب ومعرفة النّواة المذكّرة والمؤنّثة اللتين هما النّواة الحقيقيّة للخليّة.
- السّلوك السّيتولوجيّ للصّبغيّات في ثبات عددها لأنواع النّباتات المختلفة.
- ظهور نظريّة داروين ونشوء الأنواع بوساطة الانتخاب الطّبيعيّ.
- اكتشاف القوانين المندليّة للوراثة.
- النّشاطات الواسعة في بحوث تربية النّبات، والمؤتمرات العلميّة المحليّة والعالميّة والعربيّة في مجالات التّربية، والعلوم الأخرى المتعلقة بهذا العلم، وتبادل المعلومات، والخبرة بين علماء تربية النّبات، وحركة النشر للكتب والمجلات، والبحوث التي ساعدت على ذلك.
- ظهور بعض المنظّمات العالميّة والعربيّة التي ساهمت في البحوث وتبادل الأصناف الجديدة بين محطّات التّربية.
- تبادل العلماء بين الجامعات ومراكز البحوث المتعدّدة، والمنتشرة في أنحاء العالم جميعها حاليّاً.

الصّفات الواجب توافرها في المحسّن الوراثيّ:

يحب أن يتصف المحسّن الوراثيّ بمجموعة من الصّفات التي تمكنه من القيام بعمله على أكمل وجه، كما يترتّب عليه الإلمام بالعلوم المتعلقة بعلم التّحسين الوراثيّ كافةً مثل:

1. علم الوراثة Genetics: يُعدّ علم الوراثة الأساس النظريّ لعلم التّحسين الوراثيّ؛ إذ يدرس قوانين التّوريث، والانعزالات، ومعرفة طريقة التّوريث، والتّراكيب الوراثيّة، وصفات السّيادة، والتّنحيّ.

2. علم الخليّة Cytology، والوراثة الخلويّة Cytogenetics، والوراثة الكميّة Qualitative genetics، والفروع الأخرى لهذه العلوم التي تعتمد على الفهم الكامل لمبادئ الوراثة، وسلوك المورّثات.

3. علوم النّبات Botany مثل التّقسيم النباتيّ Taxonomy، والوصف النباتيّ Morphology، والتّشريح Anatomy كي يستطيع القائم على عملية التّحسين الوراثيّ التعرف على النّباتات، وعلى جميع صفاتها.

4. علم أمراض النّبات Plant Pathology، وعلم الحشرات Entomology نظراً لأهميّتيهما عند الرغبة في استنباط أصناف مقاومة.

5. علم الإحصاء وتصميم التّجارب من أجل تفسير النّتائج المتحصّل عليها وتحليلها.

الأمور الواجب على المحسّن الوراثيّ الإلمام بها:

1. عمليّة التّطوّر الطّبيعيّ التّلقائيّ التي خضعت لها الأنواع النباتيّة، إذ إنّ الأساس الوراثيّ لها يعتمد على الاختلافات التي يمكن توريثها، وتظهر هذه الاختلافات الوراثيّة نتيجة حدوث الطّفرات الطّبيعيّة، وانتقالها تبعاً لقوانين مندل في الانعزال، كما يمكن أن تظهر نتيجة للتهجين البعيد بين الأنواع، أو الأجناس الذي يترافق مع تضاعف المجموعة الصّبغيّة، إضافة إلى التضّاعف الذّاتي، والتّضاعف الهجينيّ.

2. مراكز نشوء الأنواع النباتيّة، أو مراكز الاختلافات الوراثيّة (الموطن الأصليّ) حيث توجد الأصول الوراثيّة للأنواع المزروعة.

3. صفات النّباتات وتغيرها والارتباط بينها.
4. طرائق تكاثر النّباتات وطبيعة التّلقيح عندها.
5. الظّواهر الفيزيولوجيّة المختلفة التي يمكن الاستفادة منها في عملية التّحسين الوراثيّ، كالعقم الذّكريّ، وعدم التّوافق الذّاتيّ.
6. طرائق التّهجين وأساليبه وإحداث الطّفرات، والتّضاعف الصّبغيّ.
7. رغبات كل من المنتج والمستهلك لضمان النّجاح عند تحديد الهدف من عملية التّحسين الوراثيّ.

أهداف علم التّحسين الوراثيّ:

تقسم إلى أهداف خاصّة بالمنتج وأخرى خاصّة بالمستهلك.

أ- الأهداف الخاصّة بالمنتج:

1. زيادة كمية المحصول عن طريق تحسين صفاته الوصفيّة، والكميّة بطرائق التّربية المختلفة.
2. إنتاج أصناف أوهجن أو سلالات تناسب مناطق زراعية جديدة لم تنشأ فيها من قبل نتيجة لجهود مربيّ النّبات وعمله في تغيير صفاتها الوراثيّة القادرة على ملاءمتها للبيئة الجديدة، كمقاومة الجفاف، والبرودة، والأمراض، والآفات، وغيرها.
3. إنتاج أصناف ملائمة للتقانات الحديثة من زراعة وحصاد ودراس وتصنيع وغيرها.

ب- **الأهداف الخاصّة بالمستهلك:** ينحصر معظمها في تحسين صفات الجودة للمحصول.

أهمية التّكاثر والتّلقيح في التّحسين الوراثيّ لنباتات الخضار

أوّلاً: التّكاثر:

تقسم طرائق التّكاثر عند نباتات الخضار إلى قسمين رئيسين:

أ – التّكاثر الجنسيّ Sexual Reproduction:

وهو التّكاثر الذي يتم عن طريق البذور الحاوية على أجنة تنشأ نتيجة لاتّحاد الأعراس المذكّرة والمؤنّثة، ويسبق تكوّن الجنين خطوات مهمّة بالنّسبة إلى المحسّن الوراثيّ بدءاً من الانقسام الاختزاليّ، وما يتبعه من تكوّن حبوب اللّقاح في المآبر، وأنوية الكيس الجنينّي في المبيض.

كما تحدث أثناء الانقسام الاختزاليّ عمليّات الارتباط والعبور وانعزال الصّبغيّات والعوامل الوراثيّة، ثم يلي ذلك عمليتا التّلقيح والإخصاب المضاعف اللتان تنتهيان بتكوّن الجنين الناتج عن تطوّر البيضة الملقحة.

يكون الجنين مختلفاً في تركيبه الوراثيّ عن أبويه في حالة التّلقيح الخلطيّ، لذا تُعدّ هذه الطريقة من التّكاثر مصدراً مهماً للاختلافات الوراثيّة الضّروريّة لنجاح عمليّة التّحسين الوراثيّ. وهي الأساس في فهم عملية توريث الصّفات بالنّسبة إلى العديد من الأنواع النباتيّة، لأن قوانين مندل تنطبق على الأنواع المتكاثرة جنسيّاً فقط.

ب – التّكاثر الخضريّ (اللاجنسيّ) Asexual Reproduction:

وهو استخدام أيّ جزء من أجزاء النّبات في التّكاثر عدا البذرة، ويعرف بأنّه التّكاثر بوساطة الأجزاء الخضريّة للنّباتات مثل: الدّرنات، والجذور، والأبصال، والبلابل الهوائيّة، والعقل، كما يمكن اعتبار زراعة الأنسجة وسيلة للإكثار الخضري للتراكيب الوراثيّة المرغوبة، والخالية من الأمراض الفيروسيّة كما هي الحال في إكثار البطاطا.

ثانياً: ظاهرة العقد البكريّ Parhenocarpy:

وتعرف ظاهرة العقد البكري بأنّها تشكُّل الثّمار على النّبات دون تلقيح، فتتكّون الثّمار بكريّاً دون بذور كما في هجن الخيار، والبطيخ الأحمر. ويعود ذلك إلى احتواء المبايض على تراكيز عالية من الهرمونات النباتيّة التي تعمل على انقسام خلايا المبيض وزيادة حجمه مع بقاء الثمرة لحين نضجها.

وتشكل ظاهرة العقد البكريّ عائقاً أمام العاملين في مجال التّحسين الوراثيّ، نظراً لأهميّة البذور الحاوية على الأجنّة الجنسيّة والتي تعد المصدر الرئيس للتراكيب الوراثيّة الجديدة. وقد بينت الأبحاث إمكانيّة حدوث ظاهرة العقد البكريّ في ظروف معيّنة، لذلك يجب الانتباه إلى ذلك، فقد وجد أنّ التّلقيح عند القرعيات في فترة الظهيرة – حيث درجات الحرارة مرتفعة – يؤدي أحياناً إلى عقد ثمار بكريّة، ممّا يفقد القائم على عملية التّحسين الوراثيّ موسم نمو كامل.

ثالثاً: الزّينيا والميتازينيا Xenia:

الزّينيا xenia:

هي ظاهرة تأثير حبوب اللّقاح على صفات البذور، ومن أبرز أمثلتها تأثير حبوب اللّقاح على صفات السّويداء في الذّرة الصّفراء، وتفسّر هذه الظّاهرة عن طريق فهم عملية الإخصاب المضاعف؛ إذ تخصب إحدى العروسين الذّكريّتين النّواتين القطبيتين لتكوين السّويداء، بينما تحوي النواتان القطبيتان مورّثاً متنحّياً لهذه الصّفة، فتظهر الصّفة السّائدة في السويداء المتكوّنة، ولذلك أهمية كبيرة في حقول إنتاج بذور الذّرة الشّاميّة، والذّرة السّكريّة. فوجود حقلين متجاورين من الذّرة الشّامية والسّكريّة سيؤدي إلى انتقال حبوب اللّقاح من الذّرة الشّامية Su Su (السويداء نشوية)، وإخصابها لنورات الذّرة السّكريّة su su (السويداء سكرية)، وبالتالي ستتحول الحبوب في حقل الذّرة السكرية إلى حبوب نشويّة Su su su. إنّ مثل هذه البذور لا تصلح للاستعمال كذرة لإنتاج بذور الذّرة السّكريّة، لأنّ التّركيب الوراثيّ للجنين Su su، ممّا يؤديّ إلى حدوث انعزالات وراثيّة في الأجيال القادمة.

الميتازينيا:

وتعرّف بأنّها تأثير حبوب اللّقاح في أنسجة الثّمرة، ومن أمثلتها تأثير حبوب اللّقاح لبعض أصناف النخيل في شكل الثّمار وحجمها وموعد نضجها، ولا تفسر هذه الظاهرة على أساس الإخصاب المزدوج بصورة مباشرة، بل بصورة غير مباشرة، إذ يقوم الجنين

والسويداء بعد حدوث الإخصاب بإفراز مواد هرمونيّة يمكن أن تنتشر في الأنسجة المحيطة بها لتحدث تأثيراً في شكل الثّمار، أو حجمها، أو طعمها، وموعد نضجها.

وقد وجد أنّ ثمار بعض أصناف الأجاص الملقّحة ذاتيّاً تختلف عن الثّمار الملقحّة خلطيّاً من حيث الطّعم، والنّكهة، وموعد النّضج، والقدرة على تحمّل التّخزين.

رابعاً: التّلقيح وأهميّته في مجال التّحسين الوراثيّ:

هناك طريقتان للتلقيح في نباتات الخضار:

أ – التّلقيح الذّاتي Self – pollination:

وهو انتقال حبوب اللّقاح من مآبر زهرة إلى ميسم الزهرة ذاتها، بينما يعرف التّلقيح الذّاتي حسب علم التّحسين الوراثيّ بأنّه انتقال حبوب اللّقاح من مآبر زهرة إلى ميسم أيّة زهرة أخرى على النّبات نفسه، أو على نبات آخر من السّلالة الخضريّة ذاتها؛ لأنّ نباتاتها تكون متماثلة في تركيبها الوراثيّ.

الخصائص التي تساعد على التّلقيح الذّاتي:

- انتثار حبوب اللّقاح قبل أن تتفتح الأزهار، كما في الفاصولياء، والخسّ، والهندباء.
- إحاطة المآبر بالميسم على شكل أنبوبة سدائيّة كما في البندورة.

أهميّة التّلقيح الذّاتي:

1. يمنع التّلقيح الذّاتي حدوث الخلط الوراثيّ، وبذلك تتم المحافظة على الأصناف، والسّلالات المتفوّقة.
2. تبقى الطّفرات السلبية غير المرغوبة محصورة في نسل النّبات التي حدثت فيه الطفرة فقط.
3. سرعة اختفاء الطّفرات غير المرغوبة، والطّفرات المتنحيّة.

ب – التّلقيح الخلطيّ Cross – pollination:

وهو انتقال حبوب اللّقاح من مآبر زهرة إلى ميسم زهرة أخرى على نبات آخر بوساطة الهواء، والحشرات.

تنتقل حبوب اللّقاح عند النّباتات خلطيّة التّلقيح بوساطة الرّياح بأعداد كبيرة، وتكون خفيفة الوزن، وجافة، كما تكون المياسم عريضة ومشرشرة حتى تلتقط حبوب اللّقاح الطّائرة في الهواء بسهولة ويسر. أما بالنّسبة إلى النّباتات خلطيّة التّلقيح التي تتلقح بوساطة الحشرات، فتكون حبوب اللّقاح ثقيلة نسبيّاً، ولزجة كي تعلق على أجسام الحشرات الزائرة، كما تكون أجزاء الزهرة نامية بصورة يسهل امتصاص الحشرات للرّحيق الذي تنتجه الغدد الرحيقية بكمّيات كبيرة، وتتلوّن الأزهار بألوان تجذب الحشرات.

الخصائص التي تزيد من نسبة التّلقيح الخلطيّ:

1. انفصال الجنس، أي وجود نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن Monoecious plants، أي توجد على النّبات الواحد أزهار مذكّرة وأخرى مؤنّثة منفصلة كما في الخيار، والكوسا، والقرع الوعائي، والجوز، والذّرة الصّفراء. أو وجود نباتات مذكّرة وأخرى مؤنّثة، وهذا ما يعرف بالنّباتات وحيدة الجنس ثنائيّة المسكن Dioecious plants كما في السّبانخ.
2. ظاهرة العقم الذّكريّ Male sterility كما في البندورة.
3. ظاهرة عدم التّوافق الذّاتي أو العقم الذّاتي Self - sterility كما في البصل، والملفوف، والقرنبيط.
4. التّباين في مواعيد نضج الأعضاء الجنسيّة للزّهرة، فقد تنضج المآبر وتنتشر منها حبوب اللّقاح قبل استعداد المياسم لاستقبالها (Protandry)، كما في البصل، والجزر، والشوندر. أو تكون المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللّقاح قبل نضج المآبر (Protogeny) كما في الأفوكادو.
5. الاختلاف في أطوال المياسم والمآبر، إذ تبرز المياسم أعلى المآبر كما في الباذنجان والبطاطا.
6. الأزهار ذات بتلات كبيرة وألوان زاهية مع وجود الغدد الرحيقيّة الأمر الذي يجذب الحشرات.

لمعرفة طبيعة التّلقيح عند نباتات أيّ نوع نباتيّ يراعى ما يلي:

1. فحص الأزهار للتحقّق من وجود أيّ من الظواهر التي تحتّم التّلقيح الذّاتي وتشجّع عليه، أو التي تحتّم التّلقيح الخلطيّ وتشجّع عليه.
2. زراعة النّباتات ذات الأزهار الخنثى مفردة ومعزولة – لمنع وصول الحشرات الملقحة إليها – لتحديد إذا كانت ذاتيّة أم خلطيّة التّلقيح. فإذا لم تتشكل الثّمار البذريّة تحت هذه الظّروف فهذا يعني أنها خلطيّة التّلقيح، بينما تكون ذاتية التّلقيح عند تشكل الثّمار البذريّة.

تقدير نسبة التّلقيح الخلطيّ في صنف نباتيّ ما:

لتقدير نسبة التّلقيح الخلطيّ في صنف نباتيّ ما يتبع الخطوات الآتية:

– اختيار صنفين (A , B) يتّفقان في موعد الإزهار ويختلفان في إحدى الصّفات الوراثيّة البسيطة (A صفة سائدة ، B صفة متنحية) بصورة واضحة في طور البادرة كاختلاف شكل الأوراق الفلقيّة أو الحقيقيّة، أو الاختلاف في شكل الثّمار، ولونها.

– زراعة هذين الصّنفين في خطوط متبادلة وبالتناوب في الخط نفسه، بحيث يحاط كل نبات بنباتات الصّنف الآخر من الجهات الأربعة.

B	A	B
A	B	A
B	A	B
A	B	A

– حصاد الثّمار من نباتات الصّنف الحامل للصفة المتنحيّة B واستخراج البذور منها.

– زراعة هذه البذور في العام التالي وملاحظة النّباتات النّاتجة عنها؛ إذ إنّ النّباتات الحاملة للصّفة السّائدة تنشأ من البذور النّاتجة عن التّلقيح الخلطيّ.

– إن نسبة التّلقيح الخلطيّ تساوي ضعف نسبة النّباتات الحاملة للصّفة السّائدة، لأنّ نباتات كلّ صنف تمثّل نصف عدد النّباتات في الحقل.

تقسّم النّباتات المتكاثرة جنسيّاً تبعاً لطبيعة التّلقيح السّائدة لديها إلى ثلاث مجموعات:

1 – النّباتات الذّاتية التّلقيح Self – pollination:

تصل نسبة التّلقيح الخلطيّ عندها إلى 5% كما في البندورة، والفليفلة، والفاصولياء، واللوبياء، والبازلاء، والمشمش، والدراق.

2 – النّباتات خلطيّة التّلقيح جزئياً:

تزيد نسبة التّلقيح الخلطيّ عندها على 5% وقد تصل أحياناً إلى 90%، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السّائدة، ومدى توافر الحشرات الملقّحة، ومن أمثلتها: الباذنجان، والفول، والخيار، والكوسا، والقرع.

3 – النّباتات خلطيّة التّلقيح Cross – pollination:

تزيد نسبة التّلقيح الخلطيّ عندها على 90% ومن أمثلتها: السّبانخ، والملفوف، والفجل، والبصل، والكرات، والقرنبيط، والجزر، واللفت.

إن تميز فئة النّباتات الخلطيّة التّلقيح جزئياً ذو أهميّة خاصة للمحسّن الوراثيّ، لأنّها لا تتأثّر كثيراً بالتّلقيح الذّاتي الاصطناعيّ، بينما تتدهور خواصّ النّباتات التي تزيد فيها نسبة التّلقيح الخلطيّ على 90% ويضعف نموّها بصورة ملحوظة عند تلقيحها ذاتيّاً.

خامساً: الجنس في النّباتات:

تكون الأزهار عند النّباتات إما خنثى Hermaphrodite أو مذكّرة Male أو مؤنّثة Female، وتقسم النّباتات تبعاً للجنس إلى ما يلي:

1. **نباتات مؤنّثة Gynoecious:** تحمل أزهاراً مؤنّثة فقط كما في بعض سلالات الخيار.
2. **نباتات مذكّرة Androecious:** تحمل أزهاراً مذكّرة فقط كما في بعض سلالات الخيار.
3. **نباتات خنثى Hermaphrodite:** تحمل أزهاراً خنثى فقط كما في البصل، والجزر، والفجل، واللفت، والملفوف، والقرنبيط، والبطاطا، والبندورة، والباذنجان، واللوبياء، والفاصولياء، والفول، والبازلاء، والباميا.....الخ.

4. **نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن Monoecious:** تحمل أزهاراً مذكّرة وأخرى مؤنّثة على النّبات نفسه كما في الخيار، والكوسا، والقرع الوعائيّ، والقثّاء، والجوز.

5. **نباتات وحيدة الجنس ثنائيّة المسكن Dioecious:** تحمل الأزهار المذكّرة على نبات والأزهار المؤنّثة على نبات آخر كما في السّبانخ، والهليون.

6. **نباتات وحيدة المسكن مذكّرة Andromonoecious:** تحمل أزهاراً خنثى ومذكّرة معاً على النّبات نفسه كما في الخيار، والعجور.

7. **نباتات وحيدة المسكن مؤنّثة Gynomoecious:** تحمل أزهاراً خنثى ومؤنّثة معاً على النّبات نفسه كما في سلالات القرعيات.

8. **نباتات وحيدة المسكن ثلاثية Trtimonoecious:** تحمل أزهاراً خنثى ومذكّرة ومؤنّثة معاً على النّبات نفسه كما في بعض سلالات الخيار.

سادساً: وراثة الجنس عند النّباتات:

تتنوع حالات وراثة الجنس عند النّباتات كما في الأمثلة الآتية:

1 – السّبانخ والهليون:

يتحدد الجنس عند هذين النباتيّن بعامل وراثي واحد سائد لصفة الذكورة y، وعليه فإنّ النّباتات المؤنّثة تكون متماثلة الأعراس xx، والمذكّرة متباينة الأعراس xy.

إنّ حدوث التّلقيح بين النّباتات المؤنّثة والمذكّرة يعطي دوماً 50% من النّباتات المؤنّثة و 50% من النّباتات المذكّرة.

2 – الخيار:

يتحدد جنس النّبات عند الخيار بتفاعل زوجين من المورثات M و F وعليه فإن اجتماع المورثتين بالحالة السّائدة يعطي نباتات مؤنّثة FF MM، وغياب المورثة السّائدة F يعطي نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن ff MM بينما غياب المورثتين السائدتين M و F يعطي نباتات وحيدة المسكن مذكّرة ff mm.

وفيما يأتي عرض لحالات وراثة الجنس عند الخيار:

FF MM x ff MM ⟶ Ff MM
مؤنّث

FF MM x ff MM ⟶ Ff MM
مؤنّث

FF MM x ff MM ⟶ Ff MM وحيدة الجنس وحيدة المسكن

سابعاً: النّسبة الجنسيّة وأهميتها Sex Ratio:

تختلف النّسبة الجنسيّة في تعريفها فهي:

1. نسبة الأزهار المذكّرة إلى المؤنّثة في النّباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن (خيار، كوسا، قرع عادي).
2. نسبة الأزهار المذكّرة إلى الخنثى في النّباتات وحيدة المسكن مذكّرة (بطيخ أصفر، بطيخ أحمر).
3. نسبة الأزهار المذكّرة إلى المؤنّثة في النّباتات وحيدة الجنس ثنائيّة المسكن (السّبانخ، الهليون، فستق حلبي، نخيل).

للنّسبة الجنسيّة أهميّة كبيرة في نباتات الخضر، إذ يتوقف المحصول الكلّيّ في بعض نباتاتها كالقرعيات على تلك النّسبة، فكلما ازدادت نسبة الأزهار المؤنّثة والخنثى في هذه المحاصيل كان الإنتاج كبيراً.

كما تتوقف الجودة في بعض النّباتات على جنس النّبات، ففي الهليون مثلاً تكون النّباتات المذكّرة أجود من المؤنّثة، كما ترتفع نسبة فيتامين B في نباتات السّبانخ المؤنّثة مقارنة بالمذكّرة.

وتتأثر النّسبة الجنسيّة بالعوامل الوراثيّة والبيئيّة، إذ تؤدي ظروف الحرارة المنخفضة، والنهار القصير، والشدة الضوئية الضعيفة، والعطش، والإصابة بالأمراض والحشرات إلى زيادة نسبة الأزهار المذكّرة، في حين تؤدي ظروف الحرارة المعتدلة والنهار الطويل، والشدة الضوئية المرتفعة، والتسميد، والري الجيدين إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنّثة والخنثى عند نباتات العائلة القرعية.

تؤدي معاملة نباتات القرعيّات في مرحلة الورقة الحقيقيّة الأولى والثانية بالماليك هيدرازيد تركيز 250 PPM – 500، أو نفتالين حمض الخل NAA تركيز 100 PPM أو الأثيفون Ethephone بتركيز 250 PPM – 125 إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنّثة إلى المذكّرة.

وجد أنّ رش نباتات الخيار بحمض الجبرليك GA3 بتركيز 1500 PPM في مرحلة الورقة الحقيقية الأولى وتكرار عملية الرش بعد أسبوع قد أدّى إلى إجبار نباتات الخيار المؤنّثة على إعطاء أزهار مذكّرة بنسبة وصلت إلى 50% (الجاسم، 2006).

وكذلك هو الحال بالنّسبة إلى الرش بنترات الفضّة AgNo3، أو بثيوسلفات الفضة، فقد أدت إلى زيادة نسبة الأزهار المذكّرة. ويستفاد من ذلك في حل مشكلة إكثار السّلالات المؤنّثة Gynoecious، إذ تؤدي معاملة نباتات هذه السّلالات بإحدى المركّبات السابقة الذكر إلى تشكل عدد قليل من الأزهار المذكّرة. وعليه فالتّلقيح الذّاتي لهذه النّباتات يعطي نباتات تحمل أزهاراً مؤنّثة فقط. وتعامل نباتات الآباء بهذه المركّبات أيضاً لزيادة عدد الأزهار المذكّرة المنتجة لحبوب اللّقاح مما يؤدي إلى زيادة إنتاج البذور الهجينة في وحدة المساحة.

المادّة الأوليّة Germplasm:

هي أيّ مصدر لصفة ما أو لمجموعة من الصّفات المحدّدة، فهي مصطلح واسع الاستخدام، فمثلاً تطلق تسمية جيرمبلازم البندورة المتحمّلة للحرارة المرتفعة على مجموعة الأصناف والسّلالات التي تتوافر فيها هذه الصّفة. كما تطلق تسمية الجيرمبلازم العالميّ للبندورة على المجموعة العالميّة لأصناف البندورة وسلالاتها، وتطلق تسمية الجيرمبلازم على مجموعة من الأصناف والسّلالات التي تتوافر لدى القائم على عملية التّحسين الوراثيّ الذي يعمل على تحسين صفة ما، أو مجموعة من الصّفات في صنف ما.

يتوقف نجاح عمليّة التّحسين الوراثيّ على حسن اختيار المادّة الأوليّة، ومعرفتها جيّداً. وقبل التكلّم عن مصادر الحصول على المادّة الأوليّة المستخدمة في عملية التّحسين الوراثيّ لا بدّ من توضيح خطوات هذه العملية التي يمكن تلخيصها بما يأتي:

1. تحديد هدف عمليّة التّحسين الوراثيّ.
2. الحصول على المادّة الأوليّة أو إنشائها.
3. الانتخاب على مدى عدة أجيال حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة (صنف جديد).
4. اختيار الصّنف الجديد.

إنّ عملية التّحسين الوراثيّ للنباتات تشبه عمليّة التطوّر الطّبيعيّ التّلقائي التي خضعت لها النّباتات عبر آلاف السّنين إذ إنّ كلا العمليّتين تمران بنفس المتغيرات (الوراثة، التّغيّر، الانتخاب)، ولكن تتميز عملية التّحسين الوراثيّ بأنها سريعة مقارنة بالتّطوّر الطّبيعي التلقائي، وهناك إمكانية لتوجيهها من قبل الإنسان لتلبية رغباته، ومتطلباته من المواد الغذائية.

مصادر المادّة الأوليّة المستخدمة في عملية التّحسين الوراثيّ:

1 – نباتات الأنواع البريّة:

إنّ الطّرز المحليّة بأشكالها المختلفة البريّة منها، والمزروعة هي المخزون الطبيعيّ للتنوعات الوراثيّة Genetic diversity ذات القاعدة العريضة، لامتلاكها التراكمات الجينية النّاتجة عن التّهجين Hybridization، والانتخاب الطبيعيّ Natural selection عبر آلاف السنين، إذ تمثّل هذه الموارد أساس عمليّات التّحسين الوراثيّ للمحاصيل، لذلك فإن الحفاظ عليها يُعدّ غاية في الأهميّة، (الجاسم، 2011).

ويوجد في سورية الكثير من نباتات الخضار التي تنمو بريّاً مثل: الخبيزة، والبقلة، والرشاد، والجرجير، والهندباء، والحميض، وبصورة عامّة يلجأ الإنسان إلى نباتات الأنواع البريّة التي تنمو في السنوات التي تتميز بظروفها البيئيّة، والمناخية السيئة، وتمتاز الأنواع البريّة بصفات عدّة أهمها:

1. غناها بالفيتامينات، والمركّبات الضّروريّة لجسم الإنسان.
2. تحمّلها للظروف البيئيّة، والمناخيّة الصّعبة (الصّقيع، الجفاف، الّرياح،.....إلخ).

3. مقاومتها للأمراض والحشرات، فهي تنمو وتتكاثر دون تدخّل الإنسان.

يمكن استخدام النّباتات البريّة في عملية التّحسين الوراثيّ بوساطة:

أ – انتخاب أفضل النّباتات من كل نوع نباتيّ، ثم استزراعها، وهو ما قام به الإنسان منذ القديم، ويقوم به في عصرنا الرّاهن، لكن عند الرّغبة في استزراع النّباتات البريّة يجب مراعاة ما يأتي:

1. معرفة مدى استساغتها، وقبولها من قبل الإنسان.
2. أهمية الجزء المستخدم في التغذية، وغناه بالمركّبات الغذائيّة الجيّدة، أو تميزه باحتوائه على مادة ما ذات أهميّة كبيرة في الصّناعة، والاستخدام الطبيّ.
3. تميز بذورها بقصر طور السّكون النّسبي.
4. تميزها بعدم سقوط ثمارها و بذورها.
5. قابليتها للنّمو والتّكاثر في ظروف الزراعة وما يرافقها من عمليّات خدمة مختلفة.

ب – استخدام النّباتات البريّة في عمليّة التّهجين الاصطناعيّ، فهي غالباً تؤدّي دور المعطي Donar، وتورث صفاتها القيمة للنسل الناتج، ومثال ذلك ما قام به العالم الروسيّ ميتشورين إذ هجّن بين الأجاص البرّي الآشوري المقاوم للصقيع ذي الثّمار الصّغيرة مع الأجاص ذي الثّمار كبيرة الحجم، والحلوة المذاق، وغير المقاوم للصّقيع، وحصل بالنّتيجة على صنف من الأجاص يتميز بمقاومته للصقيع، وثماره كبيرة الحجم، وحلوة المذاق، وسُمىّ هذا الصّنف باسم بوريه ميتشورين الشتوي.

2 – الأصناف المحليّة:

يرجع اهتمام الكثير من الدّول المتقدّمة بالمصادر الوراثيّة النباتيّة إلى نهاية القرن التّاسع عشر، وبداية القرن العشرين، حيث تنبه العلماء إلى أهميّة الأصناف المحليّة في استنباط الأصناف المتأقلمة مع الظروف البيئيّة، وتقلباتها، وحمايتها مما تتعرّض له من اندثار، فسعى الكثير منهم إلى جمعها، وحفظها، والاستفادة منها في برامج بحوث تربية النّبات.

إذ تعدّ الطّرز المحليّة بأشكالها المختلفة البريّة منها، والمزروعة هي المخزون الطبيعيّ للتنوّعات الوراثيّة Genetic diversity ذات القاعدة العريضة، لامتلاكها التّراكمات الجّينيّة النّاتجة عن التّهجين Hybridization، والانتخاب الطبيعيّ Natural selection عبر آلاف السنين؛ إذ تمثل هذه الموارد أساس عمليّات التّحسين الوراثيّ للمحاصيل.

وإنّ الاعتماد المتزايد على الهجن، والأصناف المستوردة بات خطراً يهدّد الأصناف المحليّة بالتدهور، والانقراض؛ إذ بدأ أغلب المزارعين بالعزوف عن زراعتها رغم تأقلمها مع الظروف البيئيّة المحليّة، وهذا ما يحدث الآن لمعظم أنواع الخضار المحليّة، ومنها الخيار الذي أوشكت أصنافه أن تنقرض، وتراجعت بصورة كبيرة أمام الهجن والأصناف المستوردة.

تنتشر زراعة الأصناف المحليّة في منطقة ما ذات ظروف بيئيّة، ومناخيّة محدّدة، لذلك فإنّ زراعتها في مناطق لا تتوافر فيها الظّروف نفسها تؤدي إلى تدهور إنتاجيّتها. وإنّ منشأ أغلب الأصناف المحليّة غير معروف، ويمكن القول إن غالبيتها نشأ نتيجة عمليتي الانتخاب الطّبيعيّ التّلقائي، والانتخاب الاصطناعيّ العفويّ على مدى آلاف السّنين، كما أن بعضها نقل من أماكن أخرى، وتأقلم مع الظّروف البيئيّة، والمناخيّة الجديدة، وبعضها الآخر نشأ نتيجة للتهجين الذي تم بين الأصناف المحليّة المنقولة.

تتميز الأصناف المحليّة بامتلاكها لاختلافات، وراثية كبيرة تجعل منها مادة أولية جيّدة يمكن استخدامها عند الرغبة في استنباط أصناف متفوقة.

3 – الأصناف المحسّنة:

وهي الأصناف المتفوّقة النّاتجة عن عملية التّحسين الوراثيّ، وهي عبارة عن عشائر نباتيّة متجانسة في صفاتها المختلفة نظراً لإنتاج بذورها في مراكز البحوث الزراعية، أو مؤسّسات إنتاج البذار، ومراكزه، وتستخدم عادة بصفة أب في عمليّات التّهجين مع الأصناف المحليّة.

ويمكن القول إنّ الأصناف المحسّنة التي يتم الحصول عليها من البلدان التي تتشابه ظروفها البيئيّة، والمناخيّة مع الظّروف السّائدة في بلادنا، تملك أهميّة كبيرة كمادّة أوليّة في عمليّات التّحسين الوراثيّ، لكن بعد دراستها، وتكرار زراعتها لعدة أعوام.

4 – السّلالات النّقيّة:

تعد السّلالات النّقيّة من أهم أشكال المادّة الأوليّة عند النّباتات ذاتيّة التّلقيح. كما يمكن أن تنتج هذه السّلالات بإجبار النّباتات الخلطيّة التّلقيح على التّلقيح الذّاتي على مدى عدة أجيال، وتستخدم السّلالات النّقيّة في الحصول على البذور الهجينة F1 التي تتميّز النّباتات النّاتجة عن زراعتها بظاهرة قوّة الهجين Heterosis.

5 – الأشكال النباتيّة النّاتجة عن الطّفرات أو التّضاعف الصّبغيّ:

غالباً ما تمتلك هذه الأشكال النباتيّة أهميّة كبيّرة في عملية التّحسين الوراثيّ، لكن لا يمكن استخدامها كمادة أولية في هذه العملية إلى بعد دراستها جيداً، ومن الأمثلة على التّضاعف الصّبغيّ، وجود 170 نوعاً من البطاطا المتضاعفة، وبعض هذه الأنواع البريّة يتحمل الصّقيع بصورة كبيرة حتى –6 مْ، وتحتوي درناته على نسبة عالية من البروتينات تصل إلى 6%، وبعضها الآخر يتميّز بمقاومته لجميع الأمراض التي تصيب البطاطا، وغالباً تضيف الطّفرات مادة، وراثية جديدة رغم أن معظم الطّفرات حيادية أو غير مرغوبة.

إنّ عمليّة التّحسين الوراثيّ طويلة وشاقة ومكلفة، لذا فإنّ الاختيار الصّحيح والسّليم للمادّة الأوليّة التي ستستخدم فيها هو الخطوة الأكثر أهميّة التي يتوقّف عليها نجاح عملية التّحسين الوراثيّ أو فشلها، وعليه فإنّه من الممكن أن يختصر كثيراً من الوقت والجهد، والنّفقات.

لتقيّيم المادّة الأوليّة بصورة صحيحة لا بد من دراسة الصّفات الآتية:

1. التّباين في أطوار النمو المختلفة.
2. التّباين في صفات الأجزاء الخضريّة (ارتفاع السّاق، عدد الأوراق، إلخ.....).

3. التّباين في الصّفات الكميّة، والنّوعيّة للجزء المستخدم في التغذية.
4. التّباين في المقاومة للظروف الصّعبة مثل: المقاومة للجفاف (جفاف التّربة، انخفاض الرّطوبة النّسبية في الجو أو كليهما)، والتّحمل للبرودة بالنّسبة إلى نباتات الخضار الشتويّة.
5. طبيعة الإزهار (مفتوح، مغلق).
6. التّركيب الكيميائي % (البروتينات، الكربوهيدرات، الدهون،.....إلخ).
7. إمكانيّة الحصاد الآليّ.

طرائق إنشاء المادّة الأوليّة

لا يعتمد التّحسين الوراثيّ للأنواع النّباتيّة على الاختلافات الوراثيّة المتوافرة في العشائر النباتيّة المكوّنة للمادّة الأوليّة فقط، وإنما على إحداث التّغيّر في طبيعة التوريث، والصّفات الموروثة أيضاً ففي بعض الأحيان تكون الاختلافات الوراثيّة المتوافرة في المادّة الأوليّة غير كافية للوصول إلى الهدف الذي تجري من أجله عمليّة التّحسين الوراثيّ، لذلك يتمّ اللّجوء إلى التّهجين أو إحداث الطّفرات، والتّضاعف الصّبغيّ، وبمعنى آخر يتم إنشاء المادّة الأوليّة اللازمة لعملية التّحسين الوراثيّ.

التّهجين Hybridization or crossing:

التهجين هو التّصالب بين نباتيّن مختلفين في تركيبهما الوراثيّ بتلقيح أحد الأبوين، وهو الذي يطلق عليه النّبات الأم Female parent بحبوب لقاح الأب الآخر الذي يطلق عليه نبات الأب Male parent، وتسمّى الأفراد النّاتجة عنه بالهجن Hybrids، وهي تتميز بتركيب وراثي جديد يجمع العوامل الوراثيّة التي تتحكم في الصّفات الجيدة من كلا الأبوين.

يستخدم التّهجين على نطاق واسع في برامج التّحسين الوراثيّ، إذ يُعدّ من أهم الطرق المستخدمة في إنشاء المادّة الأوليّة اللازمة لعملية الانتخاب وإنجاحها.

أنواع التّهجين:

يمكن تمييز الأنواع الآتية من التّهجين تبعاً لدرجة القرابة بين الآباء المستخدمة في التّهجين:

1 – التّهجين الجنسيّ القريب:

يتمّ التّهجين الجنسيّ القريب بين سلالتين مختلفتين تابعتين إلى صنف واحد، ويسمّى بالتّهجين السّلالي strain hybridization ، أو بين صنفين مختلفين تابعين إلى نوع واحد ويسمى بالتّهجين الصّنفي varietal hybridization. كالتّهجين بين أصناف البندورة.

2 – التّهجين الجنسيّ البعيد:

ويتمّ بين نوعين مختلفين تابعين لنفس الجنس ويسمى بالتّهجين النّوعيّ specific hybridization كالتّهجين بين البطاطا والباذنجان، أوبين جنسين مختلفين تابعين لنفس الفصيلة ويسمى بالتّهجين الجنسيّ generic hybridization، كالتّهجين بين الفجل والملفوف.

يلجأ مربي النّبات إلى التّهجين بين الأنواع التابعة إلى الجنس نفسه، أو بين الأجناس التابعة إلى نفس الفصيلة عندما تعجز طرائق التربية الأخرى عن تحقيق أهدافها في تحسين المردوديّة، أو النّوعيّة، أو مقاومة الأمراض، وتحسين محتوى الثّمار من البروتين. يهدف العمل بهذه الطريقة إلى خلق تراكيب وراثيّة جديدة تستخدم كمادّة وراثيّة في عمليات الانتخاب، والوصول بها إلى روابط وراثيّة جديدة لم تكن موجودة سابقاً.

كما يقسم التّهجين الجنسيّ تبعاً لعدد الآباء المشاركة في التصالب إلى ما يأتي:

أ – التّهجين الجنسيّ البسيط:

وفيه يتم التصالب بين الأبوين ولمرة واحدة فقط، ويكون إما مباشراً أو عكسيّاً.

	♀		♂			
P:	A	x	B	⟶	AB	(مباشر)
P:	B	x	A	⟶	AB	(عكسي)

ب – التّهجين الجنسيّ المركّب (المتعدّد) Hybridization multiple:

تعتمد هذه الطّريقة من التّهجين على جمع الصّفات الجيدة من عدّة آباء في صنف جديد، والوصول إلى تراكيب وراثية جديدة، فإذا وجد عدة آباء تحمل صفة المقاومة لمرض معيّن أو لسلالات فيزيولوجية مختلفة من هذا المرض فإنّه من الممكن عن طريق التّهجين بين هذه الآباء جمع صفة المقاومة في سلالة جديدة تحمل صفة المقاومة لعدد من سلالات الفطر الفيزيولوجية.

تنتج أولاً الهجن الفرديّة بين كل أبوين، ثم يعاد تهجين الهجن الفرديّة بين بعضها، وهكذا حتى نحصل على الهجين المتعدّد النهائي الذي يجمع الصّفة المرغوبة، وبعد ذلك يتابع الانتخاب الفردي بطريقة النّسب للوصول إلى التّماثل الوراثيّ، وإلى سلالات تحمل الصّفة المراد الوصول إليها إضافة إلى الإنتاجيّة العالية.

من مزايا هذه الطّريقة سرعة جمع العوامل الوراثيّة المرغوبة من عدة آباء في وقت قصير في نبات جديد، ومن عيوبها خطورة إدخال صفة رديئة عن غير قصد من أحد الآباء لتأخذ طريقها عبر الأجيال الانعزالية إلى عدد من النّباتات.

يفضّل زراعة أعداد كبيرة من النّباتات خلال الأجيال الانعزالية بعد الانتهاء من عمليّات التّهجين وذلك لفتح المجال أمام المربي للانتخاب، وللتخلّص من النّباتات الحاملة للصّفات الرديئة. وتحتاج هذه الطريقة إلى وقت أطول للوصول إلى التّماثل الوراثيّ. ويشارك في هذا النوع من التّهجين أكثر من زوج من الآباء، ويقسم إلى:

1 – التّهجين المركّب السّلميّ:

في كثير من الأحيان يكون التصالب بين أبوين فقط غير كاف للحصول على الصّفات المرغوبة في الهجين، لذلك يتم تهجين هذه الهجن مع آباء تحتوي على صفات غير موجودة في الهجن الفرديّة، وتبعاً لعدد الآباء المشاركة في التّهجين يمكن تمييز:

- **الهجن الثّلاثيّة:** يشترك في التصالب ثلاثة آباء. (A x B) x C
- **الهجن الرّباعيّة:** يشترك في التصالب أربعة آباء. [(A x B) x C] x D

- **الهجن الخماسيّة:** يشترك في التصالب خمسة آباء [(A x B) x (C x D)] x E

2 – التّهجين المركّب الرّجعيّ:

يتم فيه عادة إجراء التّصالب بين الهجين النّاتج مع أحد أبويه، وفي عملية التّلقيح الذّاتي لنبات خليط ينتظر الحصول على نصف النّسل أصيل والنصف الآخر خليط، وذلك بالنّسبة إلى أيّ عامل وراثي، فمثلاً يحتوي الجيل الثّاني للتهجين aa x AA على (25% AA، 50% Aa، 25% aa)، ولو أن نصف هذا النسل أصيل، إلا أن نصف هذا الجزء الأصيل فقط هو الذي يحتوي على الصّفة المرغوبة، ولتكن AA، ولكن إذا هجن الجيل الأوّل رجعيّاً إلى الأب AA بدلاً من أن يلقّح ذاتياً فإنه منتظر الحصول على 50% AA، 50% Aa، وبذلك يكون نصف النّباتات النّاتجة محتوية على AA، أي الصّفة المرغوبة بحالة أصيلة، ومن المنتظر أن يكون ذلك بالنّسبة إلى كلّ زوج من أزواج العوامل الوراثيّة التي يختلف فيها الأبوان.

وبتكرار عملية التّهجين الرّجعيّ مع الأب المرغوب سوف يتحول النسل الناتج تدريجياً ليشبه الأب الرّجعيّ، أي إنّ التركيب الوراثيّ للنسل سوف يتمركز في تركيب، واحد فقط بدلاً من أن يتوزع على عدد من التراكيب الوراثيّة المختلفة كما هو الحال في التّلقيح الذّاتي.

وفي التّهجين الرّجعيّ المستمر كما هو الحال في التّلقيح الذّاتي المستمر يتحول النسل الناتج إلى الحالة الأصلية بنفس السرعة، فمثلاً إذا اختلف الأبوان في عشرة أزواج من العوامل الوراثيّة، ولم يحدث انتخاب في النسل الناتج، فبعد ستة تهجينات رجعية سوف يحتوي النسل على 85% من النّباتات الأصلية، والمشابهة تماماً للأب الرّجعيّ في العوامل الوراثيّة العشرة، وفي الأجيال المتأخرة بعد ذلك ستكون النّباتات كلّها مشابهة للأب الرّجعيّ تماماً لذلك فلو اقتصرنا على التّهجين الرّجعيّ فقط فإن النّباتات في الأجيال الرّجعيّة المتأخرة كلها ستكون صورة طبق الأصل للأب الرّجعيّ، وهو الصّنف التجاري، ونكون قد فشلنا في نقل الصّفة المرغوبة من الأب الآخر، ولكي تكون التربية بهذه

الطريقة ناجحة في تحقيق الغرض منها فلابد من أن يكون التّهجين الرّجعيّ مصحوباً دائماً بالانتخاب للصفة، أو الصّفات المراد نقلها من الأب غير الرّجعيّ إلى الصّنف التجاري، أما صفات الصّنف التجاري الأخرى جميعها فإن التّهجين الرّجعيّ نفسه يتكفل بتحقيقها بطريقة آليّة محضة.

وبهذه الطريقة يمكن إدخال صفات المقاومة للأمراض والظّروف البيئيّة الصّعبة والإنتاجيّة المرتفعة.

مراحل التّهجين:

تمر عمليّة التّهجين بمرحلتين أساسيتين هما:

أ – انتقاء الآباء الدّاخلة في التّهجين:

يختار المربي آباء الهجين من مجمع الأصناف Collection، ومن حقول المشاهدة المزروعة بالتراكيب، والأصناف المدخلة، ومن بين الأصناف والسّلالات المحليّة المعتمدة والمنتشرة في الزراعة الواسعة، ومن أي مصادر تنتخب الآباء بحسب مصدرها، وبعدها الجغرافي، وبحسب صفاتها الإنتاجية والنّوعيّة والزراعية، وبحسب أهداف المربي وأغراضه، وبحسب درجة توافقها العامّة والخاصّة لإنتاج أصناف هجينة.

كما يتم اختيار الآباء تبعاً للصفات المراد جمعها في النّسل الهجين، ومن الضروري أن تكون هذه الصّفات كلّها موجودة بدرجة واضحة في أحد الآباء من جهة، وقابلة للتوّريث من جهة ثانية، غير أن هذين الأمرين لا يمكن جمعهما على الدّوام فمثلاً صنف الإجاص Conference المتحمّل لمرض التبقّع لا يورث هذه الصّفة عند تهجينه مع الأصناف الأخرى.

ويلاحظ في كثير من الأحيان انتقال كل الصّفات المرغوبة وغير المرغوبة إلى الهجين، لذلك من الضروري عند اختيار الآباء أن تكون حاوية على أقّل عدد ممكن من الصّفات غير المرغوبة وخاصّة عند الأم، ومن الأمثلة على الصّفات غير المرغوبة التي تكون مرتبطة مع الصّفات المرغوبة، وتنتقل معها خلال عمليّة التّهجين:

صغر حجم الثّمار، الصّفات المذاقيّة الرديئة للثّمار، وضعف المقاومة للصّقيع، وعدم التأقلم مع الظّروف البيئيّة، وضعف المقاومة للأمراض والحشرات.

الصّفات السّائدة والمتنحّية لعدد من أنواع الخضار.

توضّح الجداول (1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6) أهم الصّفات السّائدة والمتنحيّة لعدد من محاصيل الخضار.

جدول (1): طبيعة توريث أهمّ صفات نبات الخيار.

صفات الآباء (P)		**الصّفة السّائدة (F1)**
لون الزّغب على الثّمار:	أسود x أبيض	أسود
طعم الثّمار:	حلو x مر	مر
لون الثّمار:	باهت x لماع	باهت
سطح الثّمار:	وجود ثآليل x أملس	وجود ثآليل
المقاومة للبياض الدّقيقي:	مقاوم x حساس	حساس
المقاومة للبياض الزغبي:	مقاوم x حساس	حساس
المقاومة للجرب:	مقاوم x حساس	مقاوم
جنس النّبات: وحيدة الجنس	مذكّرة x مؤنّثة	مؤنّثة
	وحيدة المسكن مذكّرة x وحيدة الجنس	وحيدة الجنس

جدول (2): طبيعة توريث أهمّ صفات نبات البطيخ الأحمر.

صفات الآباء (P)		**الصّفة السّائدة (F1)**
لون الثّمار:	مبرقش x أخضر	أخضر
سطح الثّمار:	محزز x أملس	أملس
شكل الثّمار:	كروي x متطاول	متطاول

لون اللب:	أحمر x أبيض أحمر x أصفر	أبيض أحمر
جنس النّبات: ، وحيدة المسكن مذكّرة x وحيدة الجنس		وحيدة الجنس
خصوبة النّبات: نباتات خصبة x عقيمة الذكر وراثياً		خصبة

جدول (3): طبيعة توريث أهمّ صفات نبات البندورة.

صفات الآباء (P)		الصّفة السّائدة (F1)
شكل الأوراق:	تشبه أوراق البطاطا x عادية	عادية
لون الثّمار:	أحمر x أصفر	أحمر
شكل الثّمار:	بيضوي x مستدير	بيضوي
حجم الثمرة:	كبير x صغير	متوسط
موعد النضج:	مبكر x متأخر	مبكر
مقاومة النيماتودا:	مقاوم x حساس	مقاوم

جدول (4): طبيعة توريث أهمّ صفات نبات الباذنجان.

صفات الآباء (P)		الصّفة السّائدة (F1)
لون الأزهار:	بنفسجي x أبيض	بنفسجي
لون الثمرة:	بنفسجي x أبيض	بنفسجي
حجم الثمرة:	كبير x صغير	متوسط
لون لب الثمرة:	أخضر x أبيض	أخضر
طعم الثمرة:	مر x حلو	مر
موعد النضج:	مبكر x متأخر	مبكر

جدول (5): طبيعة توريث أهمّ صفات نبات الفليفلة.

صفات الآباء (P)		الصّفة السّائدة (F1)
لون الأزهار:	بنفسجي x أبيض	بنفسجي
لون الثمرة :	أحمر x أصفر	أحمر
حجم الثمرة:	كبير x صغير	متوسط
طعم الثمرة:	حلو x حريف	حريف
موعد النضج:	مبكر x متأخر	مبكر

جدول (6): طبيعة توريث أهمّ صفات نبات البصل.

صفات الآباء (P)		الصّفة السّائدة (F1)
شكل البصلة:	متطاول x مستدير	متطاول
	مفلطح x مستدير	مفلطح
	مستدير مفلطح x مفلطح	مفلطح
الازدواجية:	مزدوجة x مفردة	مزدوجة
بداءات النمو:	كثيرة x قليلة	كثيرة
لون الحراشف:	أحمر x أصفر	أحمر
	أحمر x أبيض	أحمر
	أصفر x أبيض	أصفر

و لابد من الإشارة إلى أربعة أسس يجب مراعاتها عند اختيار الآباء الدّاخلة في التّهجين، وهي:

1. الاختلاف البيئيّ.
2. الاختلاف في أطوال مراحل النمو والتطور.
3. الاختلاف في المقاومة للأمراض.
4. الاختلاف في عناصر الإنتاج.

درجة التّوريث

تعرف درجة التوريث لصفة ما بأنها معدل المساهمة النّسبية للمورثات الأبويّة في إظهار هذه الصّفة في نسلها، وتوريثها له، وتقدر بنسبة التّباين الوراثيّ إلى التّباين المظهري، يشمل التّباين الوراثيّ التّباين الناجم عن الأثر التراكمي للمورثات (σ^2_A)، وعن الأثر الناتج عن فعل السّيادة (σ^2_D)، إضافة إلى الأثر الناتج عن التفوق (σ^2_I)، وتّسمّى في هذه الحالة درجة التوريث بالمعنى الواسع، وإذا قدّرت درجة التوريث بنسبة تباين الأثر التراكمي للمورثات (σ^2_A) فقط إلى التّباين المظهري فإنها تسمّى درجة التوريث بالمعنى الضّيق.

إنّ معظم الصّفات المقاسة بالأبعاد المتّرية ليست عالية التوريث، ولا يوجد تحديد دقيق لدرجة التّوريث المرتفعة أو المنخفضة، لكن بصورة عامةّ تُعدّ درجة التّوريث مرتفعة إذا كانت أكبر من 0.5 ، ومتوسّطة إذا تراوحت بين 0.2−0.5 ، في حين تكون منخفضة إذا كانت أقلّ من 0.2 ، كما ذكر أنّ قيمة درجة التوريث تتراوح بين 0−1 حيث تساوي العدد واحد عندما يكون التّباين المظهري ناجماً بأكمله عن التّباين الوراثيّ، وتساوي الصّفر عندما يكون التّباين المظّهري ناجماً بأكمله عن التّباين البيئيّ.

إنّ نجاح التّحسين الوراثيّ يرتبط بارتفاع درجة التوريث؛ لأنّ الانتخاب للصّفة المراد تحسينها في هذه الحالة يكون فعّالاً، في حين إذا كانت منخفضة فهذا يقلل من تأثير المورثات في توريث هذه الصّفة، ويزيد من تأثير التّباينات البيئيّة.

وتُعدّ الصّفات المرتبطة بالإنتاجية العالية التي تملك درجة توريث عالية ذات أهمية كبيرة في برامج التّحسين الوراثيّ.

وتُعدّ درجة التوريث النّسبية العامّة عن النّسبة المئويّة للتّباين الوراثيّ إلى التّباين الكلّيّ أو الظاهري وفق الأنموذج الرياضي الآتي:

$$H\% = (Vg/Vp) \times 100$$

وقد تم حساب التّباين الوراثيّ باستخدام معطيات الجدول (8) على النحو الآتي:

$$Vg = (MS2 - MS3)/r$$

ويحسب التّباين الكلّيّ أو الظّاهري من المعادلة الآتية:

$$Vp = Vg + Ve/r$$

حيث H : درجة التّوريث كنسبة مئويّة.

Vg: التّباين الوراثيّ.

Vp: التّباين الظّاهري (الكلّيّ).

r: عدد مكررات التّجربة.

Ve: التّباين البيئيّ.

درجة السّيادة

يُعدّ معدل درجة السّيادة أحد المؤشّرات الوراثيّة المهّمة المستخدمة في تحديد نوع السّيادة، ونمط التفاعل الوراثيّ الذي يتحكّم في توريث الصّفة.

إذا كان معدل درجة السّيادة أقلّ من الواحد الصّحيح لصفة ما، فهذا مؤشر على أن متوسّط مربّعات انحرافات قدرة التآلف الخاصّة لهذه الصّفة أقلّ من متوسّط مربّع انحرافات قدرة التآلف العامّة، ويدلّ ذلك على أنّ التفاعل الوراثيّ ذا الأثر التراكمي يساهم في الجزء الأكبر من توريث هذه الصّفة، كما يدل على تأثّر هذه الصّفة بالسّيادة الجزئية، وعليه يمكن التنبؤ بفعالية الانتخاب، وتحقيق التّحسين الوراثيّ لها. أما إذا كان معدل درجة السّيادة لصفة ما أكبر من الواحد الصّحيح فهذا دليل على خضوع هذه الصّفة لتأثير مورثات السّيادة الفائقة، في حين إذا كان معدل درجة السّيادة يساوي الواحد الصّحيح، فإن

ذلك يدلّ على أن هذه الصّفة تقع تحت تأثير مورثات السّيادة التامة، وعليه يمكننا استخدام التّهجين، والانتخاب المتكرّر لتحسين هذه الصّفة.

ب – إجراء عمليّة التّهجين:

بعد اختيار النّباتات اللّازمة لعمليّة التّهجين يتمّ تحديد جنس النّباتات (نبات أم، نبات أب)، ويتم جمع المآبر من نباتات الآباء، وعزل أزهار النّباتات الأم قبل تفتّحها وخصيها إذا كانت خنثى، ثم نقل حبوب اللّقاح إلى الأزهار المخصيّة، وإجراء عملية تلقيح، وثم عزل الأزهار الملقّحة، ومراقبتها.

يتوقف نجاح عملية التّهجين على إجراء عمليّة خصي الأزهار الخنثى في الوقت المناسب، إذ إنّ التّأخر قد يؤدّي إلى حدوث التّلقيح الذّاتي عند النّباتات ذاتية التّلقيح، أما التبكير في تنفيذها فيسبّب تحسّس الأزهار أو أذاها مما يضعف فاعلية العمل.

يُستدلّ على الموعد المناسب لخصي الأزهار من حجم الأزهار، وقبل تفتّح الأوراق التويجية، تنفذ عملية العزل للأزهار بعد خصيها مباشرة خوفاً من تلقحها بحبوب لقاح غريبة بوساطة الحشرات.

يسبق عملية الخصي بيوم واحد عملية جمع الأزهار القريبة من التفتح، وتوضع هذه الأزهار في أكياس، يكتب عليها اسم الصّنف. وتجري عليها في المخبر عمليّة قصّ المآبر، والحصول على حبوب اللّقاح منها لاستخدامها لاحقاً في التّهجين. وقد يتم حفظها في ظروف ملائمة خاصّة عند ارسالها من منطقة إلى أخرى.

تحفظ حبوب اللّقاح في درجة حرارة –20 مْ لسنوات عدةّ كما يمكن حفظها بالآزوت السّائل.

قبل إجراء عملية التّلقيح لا بد من إجراء اختبار لحيوية حبوب اللّقاح لمعرفة قدرتها على التّلقيح، وخاصة عندما تكون مخزنة، كما يجب معرفة القدرة الإنتاشية لها. وتجرى هذه الاختبارات باستخدام الملّونات إضافة إلى الأوساط الغذائية التي تساعد على إنتاش حبوب اللّقاح.

تجري عملية التّلقيح عندما تكون المياسم جاهزة لاستقبال حبوب اللّقاح، ويستدل على ذلك من لمعان سطوح المياسم. إذ تختلف جاهزيّة المياسم لاستقبال حبوب اللّقاح من نوع نباتيّ إلى آخر، وتتراوح بين 4 – 7 أيام على الأكثر، وبشكل عام يفضل إجراء التّلقيح بين الساعة 10 – 12 ظهراً، ويحذر إجراؤه في الصّباح الباكر أو المساء المتأخّر بسبب وجود الندى الذي يغطي سطوح المياسم، كما يحذر من إجراؤه في الأيام الماطرة أيضاً.

يستخدم في إجراء التّلقيح عادة فرشاة صغيرة أو قطعة مطاطية أو أصابع اليد. بعد التّلقيح تتلون سطوح المياسم بطبقة صفراء اللون من حبوب اللّقاح، إذ يزداد احتمال حدوث التّلقيح مع ازدياد سماكتها.

وتُعدّ عملية عزل الأزهار المهجنة ضرورية جداً، ومن ثم توّضع بطاقة تعريفيّة على كل زهرة تم تلقيها موضح عليها اسم الصّنف الأم، الأب الملقح، تاريخ التّلقيح واسم القائم بعملية التّلقيح. بعد ذلك تتمّ مراقبة الأزهار الملقحة مرة كل أسبوع للتأكد من نجاح العملية، ولإزالة البراعم الزهرية المتشكلة على النّبات الأمّ من جهة أخرى.

أغراض التّهجين:

1 – أن تجمع في صنف واحد الصّفات المرغوبة المختلفة الموجودة في اثنين أو أكثر من السّلالات، أو الأصناف، أو الأنواع، أو الأجناس المختلفة.

2 – أن يجري التّهجين بين صنفين مختلفين يحتوي كلّ منهما فعلاً على الصّفة المرغوبة على أمل أن يحدث في الجيل الثاني الظّاهرة المعروفة باسم الانعزال المتجاوز الحدود Transgressive segregation في بعض الصّفات الكميّة مثل: كميّة المحصول والتبكير في النضج، ومقاومة الرقاد، وارتفاع النّبات، والمقصود بذلك أن تتخطّى صفات بعض الأفراد في الجيل الثّاني حدود هذه الصّفات في كل من الأبوين، ويحدث ذلك إذا احتوى كلّ من الأبوين على عوامل وراثية مختلفة للصّفة نفسها، فإذا انعزلت هذه العوامل جميعها في بعض أفراد الجيل الثاني فإن هذه النّباتات تتفوق على كلا الأبوين في هذه الصّفة ، ويساعد على الوصول إلى هذه النتيجة انتخاب الأبوين في هذه الحالة بحيث يكون كل

منهما على درجة عالية من التفوّق في الصّفة المرغوبة، وأحياناً يؤدّي التّهجين إلى جمع عوامل وراثيّة مختلفة من الأبوين في تراكيب وراثيّة جديدة New recombination.

إنتاج الهجن Development of Hybrids:

تتميّز الأصناف الهجينة عن الأصناف الثابتة بما يأتي:

1. الزّيادة الكبيرة في المحصول المبكر والكلّيّ.
2. تفوّقها في صفات الجودة، والمقاومة للآفات، والقدرة على التّأقلم مع الظّروف البيئيّة القاسية.
3. تجانس نباتاتها، وبالتالي التجانس في موعد الإزهار، وشكل الثّمار، وهذه الصّفة تسمح باستخدام الميكنة الزراعية على نطاق واسع من خلال زراعة الهجن التي تؤمّن صفة التّجانس في النمو والإنتاج، وفي موعد النضج.
4. تجمع بين قوّة النّمو والتجانس في صنف واحد، وهاتان الصّفتان يصعب الحصول عليهما مجتمعتين بطرائق التربية الأخرى؛ إذ تكون السّلالات التي تربى ذاتياً متجانسة، وبالوقت نفسه ضعيفة النمو، في حين تكون الأصناف مفتوحة التّلقيح قويّة النمو، ولكنها غير متجانسة.
5. تُعدّ طريقة التّربية بالتّهجين سهلة، ومرنة مقارنة بالطرائق الأخرى، إذ تسمح للمربي جمع العديد من الصّفات المرغوبة في صنف واحد عند الاختيار الصّحيح للآباء.
6. تتميّز بإمكانية الحصول على بعض الصّفات المرغوبة التي لا يمكن الحصول عليها بالطرائق الأخرى، كأصناف البطيخ الأحمر عديم البذور.
7. تحفظ تلقائياً حقوق المربي، إذ تستحيل معرفة أبوي الهجين بوساطة النّسل، وهذا من أهمّ الأسباب التي جعلت شركات البذور تتّجه إلى التوسع في إنتاج الأصناف الهجينة، لأنها تستطيع السيطرة على إنتاج هجنها طالما احتفظت بسريّة آباء هجنها.

إنّ استنباط الهجن كطريقة للتّحسين الوراثيّ تبدو بسيطة من حيث المظهر، لكن في الحقيقة تعترضها صعوبات أهمّها:

1. اختيار الآباء كمادّة وراثة أوليّة.
2. تحديد منحى التّصالب الأفضل.
3. استخدام كلّ السبل التي تسهّل عمليّة التّهجين.

ويُعدّ اختيار المادّة الأبويّة الخطوة الأكثر أهمية في أيّ برنامج للتّحسين الوراثيّ، ويتوقف على هدف المربي، وعلى الصّفات الموجودة فيها التي يسعى المربي إلى تجميعها؛ إذ إنّ انتقاء الطّرز الأبوية الدّاخلة في تركيب هجين ما يتطلّب معرفة الهوية الكاملة لصفاتها، لذلك يتم اختيار الآباء خلال سنوات عديدة وفي مناطق مختلفة.

إنّ الاختيار الصّحيح للآباء يحدد مدى التّحسين المنتظر في الصّنف الجديد. إلا أنه يمكن الحصول على هجن F_1 تتفوّق على الطّرز الوراثيّة الأبوية، والأصناف المحليّة المعتمدة بنسبة قد تصل إلى 77% عندما يكون انتخاب مجموعة الأصناف أو السّلالات الأبوية ناجحاً.

أكّد كثير من الباحثين أنّ الهجن التي تعطي أفضل إنتاج هي التي تنتج من التّهجين بين آباء متباعدة في المنشأ الجغرافي، أو متباينة في التركيب الوراثيّ، وأنّ إنتاجية الهجن تكون عالية عندما تنتج عن تصالب آباء إنتاجيتها عالية، حيث كانت أفضل الهجن هي النّاتجة من أبوين أحدهما جيد الصّفات، والآخر أقل جودة.

تمّ الحصول على بذار الخيار الهجين تجارياً بعد استنباط أول سلالة مؤنّثة من قبل العالم (Peterson, 1960)، حيث استخدمت هذه السّلالة كأم وسلالة وحيدة الجنس وحيدة المسكن كأب.

كما أشار أحد الباحثين إلى أن أفضل طريقة للحصول على البذار الهجين هي استخدام السّلالات المؤنّثة كأمهات في التّهجين، والسّلالات المذكّرة أو الوحيدة الجنس وحيدة المسكن، أو الوحيدة المسكن المذكّرة كآباء في حقول إنتاج البذار الهجين.

ويتضمن برنامج إنتاج الهجن الخطوات الرئيسة الآتية:

1 – إنتاج السّلالات النّقيّة Development of inbred Lines

يتم إنتاج السّلالات النّقيّة في خلطيات التّلقيح عن طريق التّلقيح الذّاتي للنباتات، وعليه فإنّ مصدر السّلالات يمكن أن تكون الأصناف مفتوحة التّلقيح أو المركّبة Composites أو التّركيبيّة Synthetics أو مصادر وراثية مركبة أو أي مجموع نباتيّ خلطياً وراثياً. إنّ الدّقة في اختيار مصدر السّلالات أي المجموع النباتيّ الذي تشتق منه هذه السّلالات غاية في الأهميّة بالنّسبة إلى مستوى الهجن المنتجة لاحقاً، ولضمان تحقيق أقصى المزايا في انتخاب السّلالات النّقيّة الممتازة يجب أن يكون المصدر المستخدم من المجاميع عريضة القاعدة الوراثيّة ذا عطاء جيّد وغنياً بالعوامل الوراثيّة الجيّدة.

وقد تمكن عدد من الباحثين من استنباط ثماني سلالات من الخيار بطريقة التّربية الذّاتية، وقد تميزت هذه السّلالات بصفات مهمّة كالباكورية، والعقد البكريّ، والإنتاجيّة العالية.

2 – اختبار السّلالة النّقيّة Evaluation or testing of inbred lines

إن عملية اختيار السّلالات النّقيّة وتقويمها يشكل مشكلة أعقد وأهمّ من عملية إنتاج هذه السّلالات، يمكن للمربي إنتاج الآلاف من الأنسال من مصادر وراثية مختلفة، ولكن الجزء اليسير منها فقط ينتقل إلى الدّورة الثانية أو الدورات التّالية من التّلقيح الذّاتي، وبالتالي فإنّه من الضروري خلال مراحل التربية الذّاتية البدء بانتخاب السّلالات الواعدة لتقليل عدد هذه السّلالات إلى الحد الذي يمكن التعامل معه. فالانتخاب الظاهري على أساس الحيويّة يعد الخطوة الأولى في انتخاب نباتات معينة للتربية الذّاتية اللاحقة، لأنه من المفترض أنّ النّباتات عالية الحيويّة تؤدي بالنتيجة وفي أغلب الأحيان إلى سلالات جيدة لتدخل في تشكيل الهجن. وبما أن مقاييس الانتخاب الظاهري Visual parameters بالقدرة العامّة والخاصّة على الإئتلاف غير محدد بدقة يبقى من الضروري إجراء اختبارات التقويم للسلالات، وسلوكيتها في الهجن. وهذه تشمل أساساً إجراء اختبارات التقويم للسلالات وتقويم هذه التّهجينات في حقول معدة لذلك. وبما أن عدد الهجن الفرديّة الممكن إجرائها في حال برامج التّهجين نصف التبادلي هو $n(n-1)/2$ ، و

n(n-1) في برنامج التّهجين التبادلي، حيث n هو عدد السّلالات النّقيّة المراد تقويمها فإنه يصبح من الصّعب جداً إجراء تقويم هذا العدد الكبير من السّلالات، والهجن الفرديّة في برنامج التربية الذي يتطلب دائماً إنتاج المزيد من هذه السّلالات. أما الطريقة الأبسط فهي تقويم السّلالات النّقيّة المنتجة بطريقة التّهجين القمي Top – cross test التي تسمح باختبار عدد كبير من السّلالات في وقت واحد وتعطي الأساس لاستبعاد أكثر من 50% من السّلالات النّقيّة المختبرة.

3 – خلط السّلالات النّقيّة لتكوين الهجن:

بعد أن يتمّ تحديد السّلالات النّقيّة الواعدة على أساس قدرتها العامّة على التّوافق في اختبار التّهجين القمي يصبح من الضروري معرفة أفضل مزيج أو شكل من الهجن:

أحادية أو ثلاثية أو مضاعفة (رباعية) الذي يعطي أفضل غلة، مع العلم بأنّ الهجين المفرد هو هجين بين سلالتين نقيتين (A X B)، والهجين الثّلاثي هو ناتج تهجين سلالة نقية مع هجين مفرد (A X B) X C، والهجين الرباعي هو ناتج تهجين أربع سلالات (A X B) X (X D C) بما أن الغلة العالية لهجين ما يعبر عنها بقوّة الهجين فإن طبيعة فعل المورثات السّائدة تصبح مهمّة.

يمكن تقدير فعل المورّثات المسيطرة بوساطة القدرة الخاصّة على التّوافق إضافة إلى الفعل غير المتجمع للمورّثات كالسّيادة والتفوّق، فالانتخاب للهجن الفرديّة المتفوقة استناداً إلى اختبار القدرة الخاصّة على الخلط يتم من اختبار تقويم السّلالات النّقيّة الذي غالباً ما يتم باتّباع نظام التّهجين المتبادل في سائر الاحتمالات Diallel cross.

قوّة الهجين Heterosis

وهي تفوّق النّسل النّاتج من التّهجين بين طرازين وراثيين أو أكثر في قوّة النمو والإنتاج على الآباء، ويمكن أن يصل معدّل تفوق نباتات الجيل الأوّل الهجيني في النّمو والإنتاج إلى 25 – 30%، وقد يتجاوز 50% في بعض المحاصيل، وليس من الضّروريّ أن تظهر عند كلّ تلقيح يتمّ بين أبوين متباينين في صفاتهما، وإنما تظهر في أفراد الجيل

الأول لبعض التّلقيحات فقط، ثم تتناقص في الأجيال التّالية بنسبة (50%) في كل جيل لاحق. تنتج هذه الظاهرة عن التّهجين بين سلالتين نقيّتين مع بعضهما بعض، أو سلالات من نباتات خلطيّة التّلقيح، أو نتيجة للتهجين بين أجناس، أو أنواع، أو أصناف تقبل التّلقيح فيما بينها. تبدو قوّة الهجين في مظاهر عدة، أبرزها قوّة النمو، وزيادة الإنتاج، إضافة إلى بعض الصّفات الاقتصادية الأخرى مثل: مقاومة الآفات وغيرها. وذكر (Berenji, 1988) أنه ليس من الضّروري أن تكون السّلالات الأبويّة المستخدمة في إنتاج الهجين ضعيفة النمو، أو تعاني من تدهور التّربية الداخلية حتى تظهر قوّة الهجين في نسلها. ويؤديّ التّهجين إلى إعادة التّركيب الوراثيّ لسلالتين أو أكثر في أفراد الجيل الأول F_1 (First filial) الهجينة، التي قد تتمتّع بظاهرة قوّة الهجين لبعض الصّفات. وتحسب قوّة الهجين كقيمة مئوية بالقياس إلى متوسط الأبوين وأفضلهما وقياساً إلى أفضل الأصناف المعتمدة الرّائجة في المنطقة، وعموماً، ومن، وجهة اقتصادية تتمّ مقارنة قوّة الهجين في مراكز التّحسين الوراثيّ إلى أفضل الأبوين، وقبل اعتماد الصّنف الهجين تقاس قوته النّسبية قياساً إلى الصّنف التجاري الرّائج.

يمكن أن تظهر قوّة الهجين في معظم الصّفات الاقتصادية المهمّة كالإنتاجيّة، والباكوريّة، وسرعة النضج، وقوّة النّمو، والمجموع الجّذري القوي، إضافة إلى زيادة القدرة على تحمّل الظّروف البيئيّة غير المناسبة والأمراض.

التّهجين الجنسيّ البعيد:

يتمّ اللّجوء إلى التّهجين بين أنواع مختلفة تتبع جنساً واحداً، أو أجناساً مختلفة تابعة للعائلة النّباتيّة نفسها عندما يتعذر الحصول على الصّفات المرغوبة من النوع النباتيّ المراد تحسينه، وبمعنى آخر يستخدم التّهجين الجنسيّ البعيد لنقل مورثة أو مجموعة من المورثات من نوع نباتيّ إلى آخر.

إنّ معظم التّهجينات النّوعيّة التي يقوم بها العاملون في مجال التّحسين الوراثيّ تكون عادة بين النّباتات المزروعة والأنواع البريّة القريبة منها، بغرض الحصول على مورّثات مرغوبة

منها، وخاصّة مورثات المقاومة للأمراض، والحشرات، والصّقيع، وغيرها. وبذلك يتم الجمع بين هذه الصّفات المرغوبة، والصّفات التجارية للحصول على أصناف محسنة متفوقة.

يُعدّ التّهجين الجنسيّ البعيد أكثر صعوبة مقارنة بالتّهجين الجنسيّ القريب، فكلّما ابتعدت درجة القرابة النباتيّة تتعثّر عمليتا الإلقاح، والإخصاب.

إنّ عدداً من أنواع الخضار كالبطاطا العاديّة، والبطاطا الحلوة قد نشأ من التّهجين النوعيّ الطبيعيّ، كما تمّ إثبات الأصل الهجيني للبصل القميّ المتعدّد الطوابق *Allium proliferm* الذي يّعدّ هجيناً نوعيّاً طبيعيّاً بين البصل العاديّ *Allium cepa* L.، والبصل المستطيل *A. fistulosum* L.

كما تمكّن الباحثون من الحصول على هجين نوعيّ من البندورة المقاومة للفيوزاريوم من التّهجين بين النّوعين: *Lycopersicon pimpinellifolim* x *Lycopersicon esculentum*.

تتميّز الهجن النّاتجة عن التّهجين البعيد عامّة بقوّة نموّ وتطوّر عالية، وكبر حجم الثّمار والبذور، إضافة إلى صفات المقاومة للظروف البيئيّة غير المناسبة (جفاف، صقيع، أمراض، حشرات).

وقد تبيّن أنّ معظم الأسباب التي تعيق الإخصاب عند إجراء التّهجين البعيد هي:

1. عدم قدرة حبوب اللّقاح على الإنتاش بعد سقوطها على مياسم الأزهار.
2. بطء نموّ الأنبوبة اللّقاحية، ممّا يستغرق وقتاً طويلاً لوصولها إلى البويضة التي تكون قد هرمت، وماتت قبل إخصابها.
3. توقّف نمو الأنبوبة اللّقاحية، وتطوّرها داخل القلم.
4. تمزّق الأنبوبة اللّقاحية داخل القلم بسبب الأطوال الكبيرة لأقلام الأزهار عند بعض الأنواع النباتيّة.

5. موت الأعراس الذّكريّة، وانحلالها بما فيها من صبّغيات بعد الإخصاب مباشرة، وعليه يواصل الكيس الجنيني تطوره معطياً نتيجة لذلك نباتات أحادية الصّيغة الصّبغيّة (N1).

6. موت الجنين في أثناء مراحل نموّه وتطوّره بعد حدوث الإخصاب.

طرائق التّغلّب على مصاعب التّهجين الجنسيّ البعيد

1. محاولة إجراء التّهجين بين أصناف متعدّدة من كلا النّوعين، لأنّ بعض الأصناف تكون متوافقة أكثر من غيرها.

2. إجراء التّهجين في كلا الاتّجاهين (المباشر، والعكسيّ).

3. محاولة إجراء التّهجين في مراحل مختلفة من النّمو البرعميّ والزهريّ، وغالباً ما تكون التّلقيحات البرعميّة أكثر نجاحاً من تلك التي تتمّ في الموعد الطبيعيّ.

4. التّلقيح المتكرّر بكمية كافية من حبوب اللّقاح، إذ يتمّ التّلقيح أثناء خصي الزهرة، ثمّ تكرار التّلقيح يوميّاً حتى زوال الأجزاء الزّهريّة المحيطة بالمدقّة.

5. استخدام خليط من حبوب لقاح كلا النوعين عند إجراء التّهجين، حيث تضاف في البداية كميّة قليلة من حبوب لقاح النّبات الأمّ إلى مياسم أزهاره وبعد فترة وجيزة تضاف كمية قليلة من حبوب لقاح النّبات الأب. إذ تفيد حبوب لقاح النّبات الأم في إخصاب بعض البويضات، فلا تسقط الزّهرة مبكراً، وبذلك تتوافر فرصة أكبر أمام حبوب لقاح النّبات الأب لإخصاب بقية البويضات.

6. إزالة الميسم مع جزء من القلم يؤدّي إلى تقليل المسافة التي يجب أن تقطعها الأنبّوبة اللّقاحية التي غالباً ما تقطعها ببطء وصعوبة، وقد أثبتت التجارب أنّ إضافة كمية صغيرة من الآجر والسّكريّات مكان الميسم المقطوع قبل التّهجين تؤدي إلى نتائج إيجابيّة، كما في التّهجينات النّوعيّة للجنس Solanum.

7. نقل جزء من ميسم زهرة نبات الأب إلى ميسم زهرة النّبات الأم أو حكّ الميسمين ببعضهما ممّا يساعد على انتقال الرّحيق. وقد عدلت هذه الطّريقة بأخذ خلاصة مياسم أزهار النّبات الأب، وتثبيتها على مياسم أزهار النّبات الأم.

8. معاملة أزهار النّبات الأم بمركب أمينوإيثوكسي فينيل جليسين الذي يؤخّر سقوط الأزهار، ممّا يفسح المجال أمام الأنابيب اللّقاحية للوصول إلى البويضات.

9. استخدام مزارع البويضات: تخصى أزهار النّبات الأم قبل تفتحها بيومين وتعزل ثم تنقل إلى المخبر بعد يوم أو يومين من موعد تفتّحها الطبيعيّ حيث تزال الأوراق الكأسية والتّويجيّة، ويغمس الوزيم في الكحول بتركيز 70%، ويطهر سطحيّاً بالمطهرات المناسبة، ثم يغسل جيّداً بالماء المقطّر، والمعقّم، ويزال كل من القلم والميسم وجدار المبيض، وبعد ذلك تجزّأ المشيمة إلى عدّة أجزاء يحمل كلّ منها عدداً من البويضات التي تزرع في بيئة غذائيّة مناسبة. وفي الوقت نفسه تجمع المآبر من النّبات الأب، وتحفظ في طبق بتري معقم إلى أن تتفتح، وتنتشر حبوب اللّقاح منها، ثمّ تنقل حبوب اللّقاح بحرص، وتوضع على البويضات المزروعة، حيث يحدث الإلقاح والإخصاب، وتتشكّل بذور مكتملة التّكوين.

10. استخدام مزارع المبايض: يبقى المبيض بأكمله ويعقّم سطحه الخارجي جيداً، على أن لا يلامس المطهر سطح الميسم ثم تنقل حبوب لقاح النّبات الأب بحرص إلى الميسم فيحدث الإلقاح، والإخصاب، وتتشكّل ثمار كاملة ناضجة تحوي بذوراً مكتملة التّكوين.

11. إدخال حبوب اللّقاح مباشرة في المبيض: يتم حقن معلق لحبوب لقاح النّبات الأب مباشرة في مبايض أزهار النّبات الأم من خلال ثقب جانبي في المبيض مع عمل ثقب آخر في الجانب المقابل للسماح بخروج الهواء.، ويستمر حقن المعلق حتى يمتلئ كل فراغ المبيض، ويستدل على ذلك بخروج المعلق من الطرف المقابل، وعندئذٍ يتمّ سد الثقوب.

12. زراعة الأجنّة بعد حدوث الإخصاب في بيئات خاصّة لتتابع نموّها وتطوّرها: تتبع هذه الطّريقة في حال وجود مشكلات لاحقة للإخصاب في التّهجينات البعيدة، حيث تفصل الأجنة قبل أن تبدأ بالتدهور، وبالتلاشي وذلك بالاستعانة بالمجهر، ثم توضع في بيئات خاصة لتنمو في ظروف معقّمة معطية نباتات صغيرة، وتنقل عندئذٍ إلى أصص معقمة، وفي كثير من الحالات تنمو الأجنّة إلى كالوس ثم تتمايز بعد ذلك إلى نباتات صغيرة.

13. دمج البروتوبلاست: تُعدّ هذه الطريقة من الوسائل الفعالة لإجراء التّهجينات البعيدة، كالتّهجين بين البطاطا، والبندورة بحيث نحصل على البندورة من المجموع الخضريّ، والبطاطا من المجموع الجذريّ.

تمر مراحل التّهجين الجسمي البروتوبلاستي بالخطوات الآتية:

1. عزل بروتوبلاست الأنواع النباتيّة المراد تهجينها، ويؤخذ عادة النسيج المتوسط للورقة (الميزوفيل: وهونسيج الورقة الوسّطي دون الأدمة السّفلية والعلّوية)، وتوضع في محلول الأنزيمات الهاضمة للجدر الخلوية (السيللولاز، والبكتيناز) لمدة محدودة.

2. دمج البروتوبلاست: لتحفيز هذا الاندماج يستخدم عدّة مواد مثل بولي ايثيلين غلايكول (PEG)، نترات الصّوديوم، تركيز مرتفع من أيونات الكالسيوم Ca^{++}، وطريقة الحقل الكهربائي فعالة جداً، إذ تصل نسبة البروتوبلاست المندمجة إلى 80%.

3. تشكّل الهجين الجسميّ: بعد الاندماج تتكوّن الجدر الخلوية حول البروتوبلاست الهجين ثم تبدأ الخليّة الهجينة بالانقسامات.

4. وجود خليط من الطّرز الأبويّة، والخلايا متعدّدة النوى المتماثلة، ومتعدّدة النوى الهجينة. ويمكن أن نحصل على الأشكال الآتية:

بروتوبلاست (AA) ، (BB)، وهي مندمجة.

بروتوبلاست BA، وهي المنتجة للهجن الجسميّة.

وتتراوح نسبة الخلايا المتعدّدة النوى الهجينة بين 0.5 – 10%، ومن الضروري التعرف عليها وانتخابها في مرحلة مبكرة، إما بطريقة الطرد المركزي وإمّا بوساطة غرابيل الكترونية، وإمّا عن طريق الفحص المجهري للخلايا المتعدّدة النوى الهجينة لمعرفة عدد الصّبغيّات.

5. زراعة الهجن الجسميّة مخبرياً حتى الوصول إلى نبات كامل، وهذا الهجين الرباعي يكون خصباً، ويمكن أن يتكاثر عن طريق البذور.

الطّفرات Mutations:

هي تبدّلات وتغيّرات مفاجئة تطرأ على المادّة الوراثيّة فتغيّر من خصائص الكائن الحيّ وصفاته؛ تحدث بنسبة ضئيلة في الطّبيعة، وتورث عن طريق الأجيال. فإذا كانت هذه الصّفة سيّئة وضارّة بالنّبات ستؤدّي إلى موته ممّا يؤدي إلى تلاشي هذه الصّفة واختفائها، أمّا إذا كانت مفيدة أو محايدة فسوف تورث للأجيال اللّاحقة.

تصنف الطّفرات كما يأتي:

أولاً – حسب التّغيّر في تركيب المادّة الوراثيّة:

1 – طفرات صبغيّة Chromosomical Mutation: هي التبدلات والتّغيّرات المفاجئة التي تطرأ على:

أعداد الصّبغيّات: يطلق عليها اسم التّضاعف.

تركيب الصّبغيّات: يطلق عليها اسم الشذوذ الصّبغيّ أو التّغيّرات الصّبغيّة.

2 – طفرات مورثيّة Point Mutation: تحدث نتيجة التّغيّر الذي يطرأ على التّركيب الجزيئيّ للمورثّة.

ثانياً – حسب مسبّبات الطّفرة:

طفرات طبيعيّة Natural Mutation:

وهي تحدث بصورة طبيعية دون أيّ معاملة، ويكون بعضها ايجابيّاً مفيداً، إلا أنّ القسم الأكبر يكون سلبيّاً وضارّاً بالنّبات الذي تحدث فيه، ولكن الطّفرات الطّبيعيّة تحدث بنسبة

ضئيلة تقلّل من أهميّتها في العمل التربوي إلا أنّ المربين قد استخدموها في التّحسين الوراثيّ للنباتات قبل اعتمادهم على الطّفرات الصّناعيّة، والتّهجين في تحريض التّباينات الوراثيّة، وتنتج الطّفرات الطّبيعيّة عن تأثير الاشعاعات الثابتة فوق سطح القشّرة الأرضيّة كالإشعاعات الكونية، والنشاط الإشعاعيّ، وتتعرّض المورّثات، والصّبغيّات للتطفير التّلقائيّ بصورة منتظمة، ولكن هناك أجزاء معينة من الصّبغيّات تكون معرّضة للتطّفير أكثر من غيرها.

طفرات محرّضة (صناعيّة) Mutation Industrial:

تنشأ عن التّأثير المطفّر للإشعاعات مثل أشعة X ، ألفا، بيتا، غاما، وذلك باستخدام مصادر ذات نشاط اشعاعيّ كالراديوم، والكوبالت المشعين، وغيرهما، وكذلك استخدام البروتونات، والنيترونات، والمواد الكيميائيّة. تتميّز هذه المواد والإشعاعات ذات الطاقة العالية بأنها ذات مقدرة عالية على إحداث الطّفرات، لكن غالبية الطّفرات المحرّضة سيئة ومميتة، إلّا أن توافر عدد قليل من الطّفرات الجيّدة تجعل الطّفور الصّناعي ممكن الاستعمال من أجل الحصول على التّباينات الوراثيّة اللازمة لممارسة العمل التربويّ عند الانتخاب.

ثالثاً – حسب مكان حدوثها:

طفرة جسميّة Somatic Mutation: تطرأ على الخلايا الجسميّة ذات العدد الصّبغيّ المضاعف فتحدث بها تغييراً.

طفرات عروسيّة Gamitic Mutation: تطرأ على الخلايا الجنسيّة أحادية الصّيغة الصّبغيّة فتحدث فيها تغييراً.

رابعاً – حسب مكان ظهورها في أنسال الأجيال التّالية:

- **طفرة سائدة Dominant Mutation:** عند تعرّض مورثة (a) في الطراز الوراثيّ (aa) للتطّفير تتحول إلى (A)، ويصبح التركيب الوراثيّ الطّافر (Aa)، ويمكن بذلك ملاحظة الطفرة السّائدة في نسل الجيل التالي مباشرة (أي الجيل الطفراوي الأول M1).

- **طفرة متنحية Recessive Mutation:** عند تعرّض المورّثة (A) في الطراز الوراثيّ (AA) للطفرة المتنحيّة (a) يصبح الطراز الوراثيّ (Aa)، ولا يمكن ملاحظة هذه الطفرة في الجيل التالي مباشرة (M1)، بل ملاحظتها في الجيل الطفراوي الثاني (M2) عند التقاء عروسين تحملان الطّفرة المتنحيّة نفسها (aa).

خامساً – حسب نوع الصّفة التي يصيبها التّغيّر:

- **طفرة كبيرة Macro Mutation:** تطرأ على الصّفات النّوعيّة كاللّون والشّكل.
- **طفرة صغيرة Micro Mutation:** لها أهميّة كبيرة في مجال التّحسين الوراثيّ، وتطرأ على الصّفات الكميّة مثل: وزن الثمرة، وعدد الثّمار، وكمية الأحماض الأمينية والنشويّات وغيرها.

سادساً – طفرات باستخدام بعض التّقانات الحيويّة الجزيئيّة:

إنّ آفاق نمو الإنتاج الزّراعي أضحت حالياً محدودة، ولذلك أصبحت الحاجة إلى تنوع الإنتاج ماسّة، وتوجيه الجهود إلى تحسين النّوعيّة وتنعكس المسألة في البلدان النّامية، إذ تنحصر المشكلة الأساسية في صعوبة تأمين الاكتفاء الذّاتيّ لمجتمعات تتنامى بسرعة كبيرة، وتشكل بذلك المشكلة الأولى الآن وفي المستقبل.

يمكننا أن نميز بين أربع تقنيات أساسية لمعالجة المجموع الوراثيّ، وهي:

- الاندماج البروتوبلاسمي (دمج الخلايا).
- طرائق إنتاج النّبات أحادي النّبات أحادي الصّيغة الصّبغيّة.
- التّباين الخلوي الناتج عن زراعة الأنسجة والخلايا.
- نقل DNA الغريب إلى النّباتات التي تصبح نباتات ذات مورثات منقولة؛ لأنّها تسمح لنا بالحصول على طفرة مفردة التي من السهل تحديد موقعها بدقّة عالية.

إضافة إلى ذلك تحدث الطّفرات في الطّبيعة تلقائياً، ويتراوح معدل حدوثها في الأعراس من 0.0001 – 0.000001 تبعاً للنوع النباتيّ، والصّفة ضمن النّوع الواحد.

وسائل إحداث الطّفرات:

1 – الاشعاعات Radiations:

يعد الاشعاع من أهم الوسائل المحدثة للطّفرات كالأشعّة البنفسجية، وكذلك الأشعة ذات الأمواج الأقصر منها، إذ تحدث هذه الأمواج طفرات في الكائنات الحيّة التي تتعرض لها.

2 – المواد الكيميائيّة:

ومن أهم هذه المركّبات داي ميثيل سلفات، وداي ايثيل سلفات، وايتيل ميتان سلفونيت، وميثيل ميتان سلفونيت، الكولشيسين، وغاز الخردل. ويعد الايتيل ميتان سلفونيت من أهم هذه المواد وأكثرها استخداماً، فهو غير سام نسبياً، ويستخدم على صورة محلول تنقع فيه البذور أو الجذور الفتية للنباتات المراد معاملتها. كما يمكن لغاز الخردل أن يحدث طفرات مميتة ناتجة عن حالات نقص العدد الصّبغيّ.

وهناك بعض المركّبات أقلّ فعاليّة في إحداث الطّفرات، وبالتالي أقل استخداماً مثل: الكافيين، والفورمالين، والفينولات، والماليك هيدرازيد، وثيوسيانات البوتاسيوم.

3 – الصّدمات الفيزيائيّة:

إن التّعريض المفاجئ لحبوب الطّلع لدرجات حرارة مرتفعة ثمّ منخفضة يمكن أن يؤدي إلى حدوث الطّفرات.

كما وجد أنّ استخدام الطّرد المركزيّ فائق السرعة، وكذلك الموجات الصّوتية عالية التردّد (فوق الصّوتيّة) تسبّب تقطّعاً في الصّبغيّات المعرّضة لها فتحدث شذوذاً صبغياً إلا أنّها قليلة الاستعمال في العمل التربويّ.

التّحسين الوراثيّ لنباتات الخضار بإحداث الطّفرات:

1 – النّباتات ذاتية التّلقيح:

تكون الطفرة في الجيل الأول غالباً خليطة أو متباينة الأعراس، فإذا تعرض الموقع AA للطّفرة أعطى الطّافرة Aa، وإذا تعرّض الموقع aa للطفرة أعطى Aa، ونادراً ما تتعرض

مورثتا الموقع للطفرة في آن واحد. وتظهر الطفرة السّائدة في الجيل الطفراوي الأول M1 بسهولة بينما لا تظهر الطفرة المتنحيّة إلا في الجيل الثاني M2 حيث تحدث انعزالات وراثية تحت تأثير التّلقيح الذّاتي.

وتُعدّ هذه المجموعة من النّباتات الأكثر ملائمة لإحداث الطّفرات، ويعود ذلك إلى ما يأتي:

- تنعزل الطّفرات المتنحيّة بحالة أصيلة في الجيل الثاني دون الحاجة إلى إجراء التّلقيح الذّاتي يدوياً.

- بما أنّ النّباتات ذاتية التّلقيح متجانسة فلا يجدي معها الانتخاب، إلّا بعد إحداث الطّفرات.

- إمكانيّة التعّرف على الطّفرات بسهولة.

2 – النّباتات خلطيّة التّلقيح:

وفيها تظهر الطّفرة في الجيل الطفراوي الأول M1 أما بالنّسبة إلى الطفرة المتنحيّة فمن الممكن ألّا تظهر في الجيل الثاني كما في النّباتات ذاتية التّلقيح، فقد تختفي لأن التّلقيح الخليط الطبيعي في مثل هذه النّباتات يبقى الطفرة المتنحيّة بحالة غير متماثلة خلال أجيال متعدّدة، ولا يمكن أن تظهر بوضوح إلّا إذا أجبرت النّباتات الطّافرة على ممارسة التّلقيح الذّاتي بهدف الحصول على الطّفرة المتنحيّة بحالة متماثلة الأعراس، وبما أن هناك نباتات خلطيّة التّلقيح إجبارياً بسبب ظاهرة عدم التّوافق الذّاتي فإنّه من المستحيل الحصول على الطّفرات المتنحيّة فيها بسبب عدم تكوين البذور عند إجراء التّلقيح الذّاتي الإجباري لمثل هذه النّباتات. ولا يناسب إحداث الطّفرات هذه المجموعة من النّباتات وذلك للأسباب التّالية:

- تتطلّب جهداً كبيراً لتلقيح أعداد كبيرة من النّباتات ذاتياً بهدف عزل الطّفرات المتنحيّة بحالة أصيلة.

- صعوبة التعرف على الطّفرات بسبب الطبيعة الهجينة لهذه النّباتات. ممّا يسهل التعّرف على الطّفرات التي تصيب الصّفات النّوعيّة البسيطة على عكس الصّفات الكميّة التي يتحكم فيها عدد كبير من المورّثات.

3 – النّباتات المتكاثرة خضرياً:

يناسب هذه المجموعة من النّباتات إحداث الطّفرات لإمكانية إكثار أي طفرة خضريّاً، ممّا يؤدّي إلى الحصول على أصناف جديدة.

ويتمّ عادةً إحداث الطّفرات البرعميّة بتعريض البراعم لأشعة x أوغاما أو النترونات كما في البصل، والثّوم، والبطاطا.

ظاهرة العقم الذّكريّ وعدم التّوافق الجنسيّ Sterility and incompatibility:

أولاً – العقم الذّكريّ Male Sterility:

تنتشر ظاهرة العقم الذّكريّ في معظم المحاصيل ذاتية وخلطيّة التّلقيح نتيجة حدوث طفرة (Mutation) في إحدى المورّثات التي تتحّكم في خطوات تكوين حبوب اللّقاح، حيث اكتشف (s4) زوج من المورثات غير القرينة تتحكّم في طفرات متعدّدة من العقم الذّكريّ في كل من الشعير والذّرة، وحوالي 50 زوجاً في البندورة، و 9 أزواج في البازلاء.....الخ.

وتسبّب حالة العقم الذّكريّ هذه عدم قدرة النّبات على التّلقيح لأزهاره، أو أزهار نباتات أخرى ويأخذ العقم أحد المظاهر الآتية:

a. غياب المآبر أو إنّها مختزلة وأثرية لا تنتج حبوب اللّقاح.

b. المآبر فارغة أو تحوي حبوب لقاح ضامرة، وعقيمة Pollen sterity، وهو الأكثر شيوعاً.

c. عدم تفتّح المآبر رغم احتوائها على حبوب لقاح خصبة.

وتعود ظاهرة العقم الذّكريّ إلى أحد الأسباب الآتية:

1. وجود مورثة واحدة، أو عدد من مورثات العقم في النواة (عقم ذكريّ وراثيّ).

2. وجود عوامل وراثيّة في السيتوبلازم فقط تسبب العقم الذّكريّ مع وجود مورثات العقم في النّواة (عقم ذكريّ سيتوبلازمي).

3. التّأثير المشترك للعوامل الوراثيّة الموجودة في كل من النواة والسيتوبلازم (عقم ذكريّ وراثيّ سيتوبلازمي).

وقد يحدث العقم نتيجة الاختلاف الواسع بين مورثات النّوعين أو الجنسيّن الداخلين في التّهجين؛ أي يمكن تعريفه من الناحية الوراثيّة بأنه صفة وراثية تتحكم بها عوامل متعدّدة منها ما هو سيتوبلاسمي أو وراثي، ومنها ما هو نتيجة التفاعل بين الوراثيّ والسيتوبلاسمي، ممّا يحدث تغييرات كيماويّة في العمليّات الحيويّة للنّبات تؤدي في النهاية إلى حالة العقم الذّكريّ.

وتعد ظاهرة العقم الذّكريّ من أهم الظواهر التي يمكن استغلالها في تربية وتحسين النّباتات، وخاصّة منها خلطيّة التّلقيح، وبعض المحاصيل المهمّة الأخرى كالذّرة الصّفراء، والشوندر السكري، والبصل، وغيرها. وتنقسم حالات العقم الذّكريّ بحسب طريقة توزيعها إلى ثلاثة طرز هي:

1 – العقم الذّكريّ السيتوبلازمي.

2 – العقم الذّكريّ الوراثيّ.

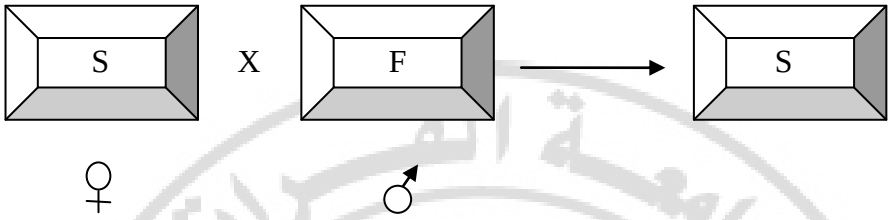
3 – العقم الذّكريّ الوراثيّ السيتوبلاسمي.

1 – العقم الذّكريّ السيتوبلاسمي Cytoplasmic male sterility:

ينتشر العقم الذّكريّ السيتوبلازمي عند بعض الأنواع النباتيّة كالبصل، والجزر، والبندورة، يتحكم بهذا النوع من العقم عامل وراثي خاص به موجود في سيتوبلازم النّباتات العقيمة، ويرمز له بالرمز (S)، وعامل الخصوبة (F) موجود في سيتوبلازم النّباتات الخصبة، وعند تلقيح النّباتات ذات العقم الذّكريّ السيتوبلازمي مع أب خصب، فإن النسل الناتج في الجيل الأول يكون عقيماً (بغض النظر عن النمط الوراثيّ)، لأنّ عامل العقم ينتقل عن طريق سيتوبلازم الأم.

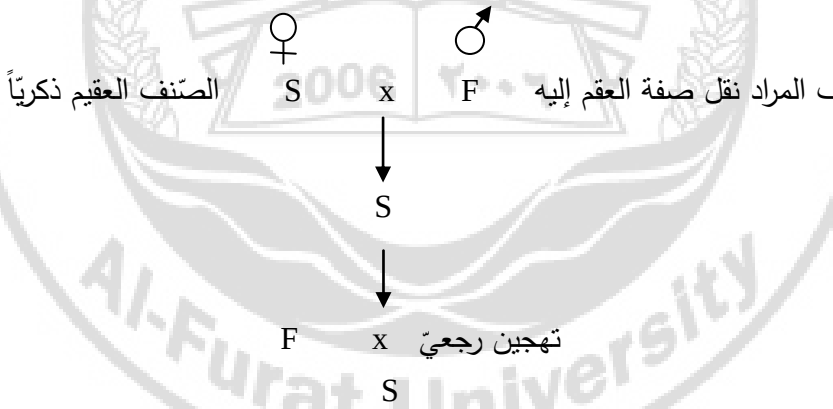
ولكنّها أحياناً تنتج بذوراً في الجيل الأول (F1)، ويعود السبب في ذلك إلى:

- وجود ملقّحات Pollinisateures.
- لأنّ السيتوبلازم الموجود فيها جاء من العروس المؤنّثة، أي عن طريق الأم فقط كما هو موضح في المخطّط (1):



مخطّط (1): العقم الذّكريّ السيتوبلاسمي

ويمكن نقل صفة العقم الذّكريّ السيتوبلازمي بسهولة إلى أي صنف، أو سلالة عن طريق التّهجين الرّجعيّ.



وبعد حوالي ستة أجيال من التّلقيح الرّجعيّ نحصل على سلالة جديدة تشبه الأب تماماً، لكنّها عقيمة ذكريّاً.

ولإكثار السّلالة ذات العقم الذّكريّ السيتوبلازمي يتم تلقيحها بحبوب لقاح سلالة أخرى من الصّنف نفسه مشابهة لها تماماً في جميع الصّفات، إلّا أنّها خصبة الذكر. وتكون النّباتات النّاتجة عقيمة الذكر بنسبة 100%؛ لأنها تتلقّى السّيتوبلازم من الأم فقط.

إنّ استخدام السّلالات ذات العقم الذّكريّ السيتوبلازمي كأمّ في التّهجين يجنب من عملية خصي الأزهار المجهدة، إلّا أنّها تؤدّي إلى إنتاج هجن عقيمة الذكر، لهذا لا تصلح بالنّسبة إلى الخضار الثمريّة كالبندورة، والباذنجان، والفليفلة، في حين تصلح بالنّسبة إلى الخضار الورقيّة كالخس، والملفوف، والخضار الجذرية كالجزر، والشوندر الأحمر. وهي تناسب النّباتات خلطيّة التّلقيح أكثر من الذّاتية التّلقيح، نظراً للحاجة إلى وسيلة صناعيّة لنقل حبوب اللّقاح من الآباء إلى الأمّهات عند النّباتات الذّاتية التّلقيح.

ولهذا النّوع من العقم أهميّة كبيرة في علم التّحسين الوراثيّ للأسباب الآتية:

a. سهولة الاحتفاظ بالسّلالة العقيمة ذكرياً بصورة مستمرة.

b. سهولة الحصول على الأصناف التجاريّة العقيمة ذكريّاً بنسبة 100% في الجيل الأول (F1).

c. إنتاج الهجن الفرديّة والزوجيّة للنباتات التي تزرع على نطاق تجاريّ للحصول على الأجزاء الخضريّة المستخدمة للاستهلاك.

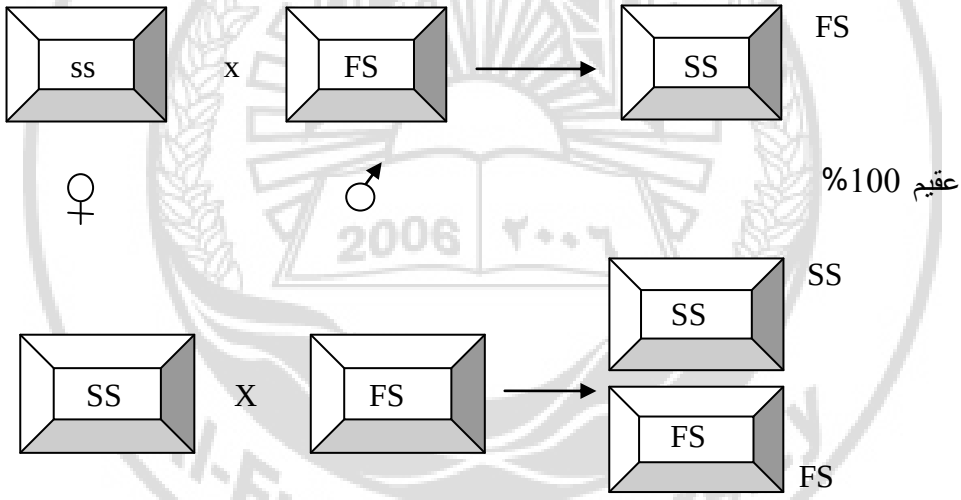
d. سهولة الحصول على نباتات الزّينة الزهريّة حيث تبقى أزهارها متفتّحة، ومحتفظة برونقها لفترة زمنية طويلة نتيجة لعدم تشكّل البذور، والثّمار فيها مقارنة بالنّباتات الزهرية الخصبة.

رغم الضرر الذي تحدثه هذه الظاهرة في النّباتات التي تتكاثر جنسياً بشكلها الطّبيعي، فمعظمها – لحسن الحظ – مفيد لمعظم المحاصيل الاقتصاديّة، إذ تُعدّ أداة ممتازة في أيدي مربي النّبات لاستغلالها في عملية الخصي وراثياً، ممّا يسهّل عملية التّهجين اقتصادياً على نطاق واسع، الأمر الذي يلجأ إليه المربّون أيضاً عند استغلال ظاهرة قوّة الهجين (Heterosis) لإنتاج الهجن العقيمة ذكريّاً ذات الإنتاجية العالية في جيلها الأول (F1).

2 – العقم الذّكريّ الوراثيّ Genetic male sterility:

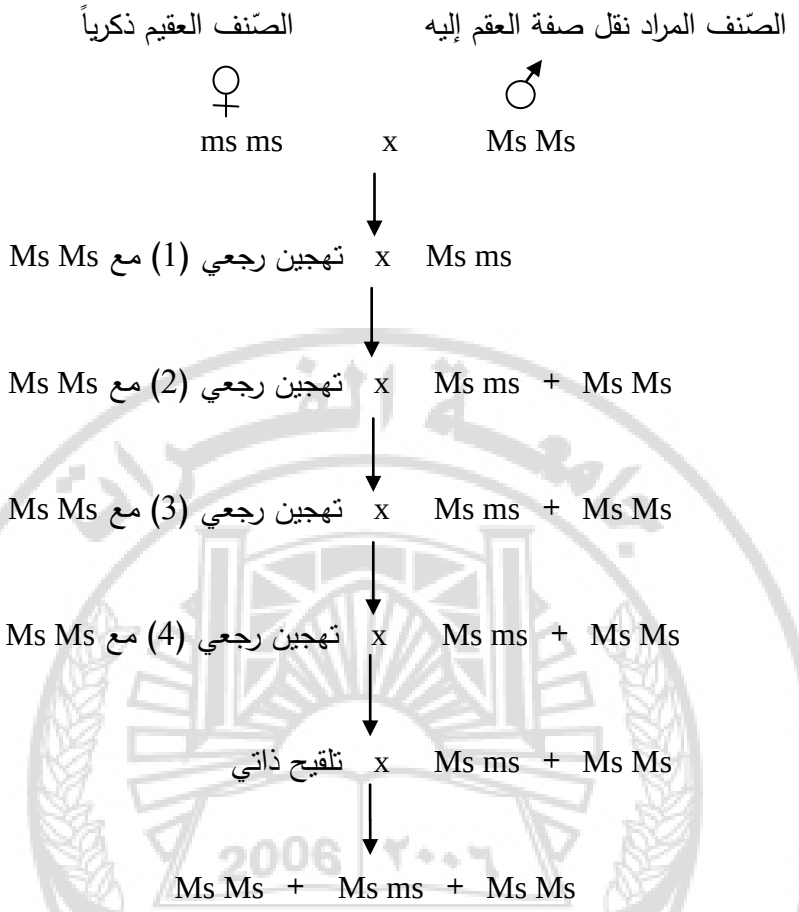
يستعمل هذا الطّراز من العقم للأغراض العلميّة فقط، ويتحكّم به زوج أو أكثر من العوامل الوراثيّة المتنحيّة، والموجودة في النّواة لإعطاء صفة العقم الذّكريّ (MS)، وهما الرمز للحرفان الأوليان لكلمتي Male sterility.

ويمكن الاحتفاظ بصفة العقم لدى كثير من النّباتات مثل الذّرة الصّفراء، والكوسا، والقرع، وغيرها من النّباتات، وبصورة مستمرة عن طريق تهجين نباتات عقيمة (ss) كأمّهات مع الآباء الخصبة غير المتماثلة (FS) فيكون 50% من النّسل الناتج عقيماً 100% (SS) في الجيل الثاني (F2)، والنصف الآخر غير المتماثل (FS) خصب جزئياً، كما هو الحال في الجيل الأول، مخطط رقم (2):



مخطط (2): العقم الذّكريّ الوراثيّ

يمكن نقل صفة العقم الذّكريّ الوراثيّ إلى أي صنف، أو سلالة باتباع طريقة التّهجين الرّجعيّ، ثم إجراء التّلقيح الذّاتي لعدة أجيال، وفق المخطط الآتي:



إنّ استمرار التّهجينات الرّجعيّة لستة أجيال، ثم التّلقيح الذّاتي يمكننا من الحصول على سلالة جديدة تشبه الصّنف الأب في الصّفات جميعها لكنّها عقيمة ذكرياً ms ms.

ولإكثار السّلالة العقيمة الذكر، أو بمعنى آخر للمحافظة عليها نقوم بإجراء التصالب بينها وبين سلالة أخرى مشابهة لها تماماً إلّا أنها خصبة الذكر وخليطة، تركيبها الوراثيّ Ms ms.

ms ms x Ms ms ⟶ %50 Ms ms + %50 ms ms

(خصبة) (عقيمة)

ولتمييز النّباتات الخصبة عن النّباتات العقيمة، في هذه الحال يتم البحث عن صفة واضحة عند النّباتات مرتبطة مع صفة العقم الذّكريّ يمكن تمييزها في طور البادرة، وقبل أن تزهر النّباتات. فعلى سبيل المثال، وجد أن صفة الأوراق الملساء في البطيخ الأحمر تكون مرتبطة مع صفة العقم الذّكريّ، بينما تكون الأوراق طبيعيّة عند النّباتات الخصبة.

وفي حال استخدام مثل هذه الأصناف كأمهات في حقول إنتاج البذور الهجينة فعلينا أن نزيل باستمرار النّباتات الخصبة من خطوط الأمهات، التي تبلغ نسبتها 50%، والإبقاء على النّباتات العقيمة الذكر فقط.

أمّا بالنّسبة إلى الأصناف التي تحتوي مآبرها على حبوب لقاح خصبة إلا أنها لا تتفتح، كما هي الحال عند بعض أصناف البندورة فإن إكثارها يتم عن طريق فتح المآبر اصطناعياً، واستخراج حبوب اللّقاح منها في المخبر، ثم إجراء التّلقيح الذّاتي يدويّاً.

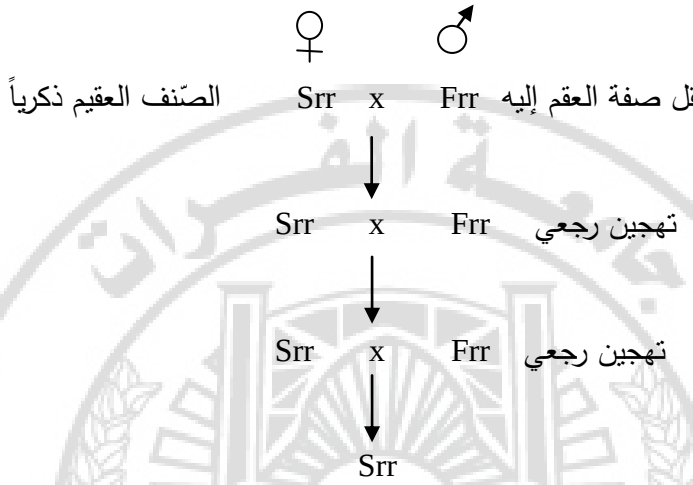
وقد يستفاد من ظاهرة الخصوبة الجزئيّة (حدوث نسبة قليلة من التّلقيح الذّاتي عند الأصناف عقيمة الذكر، وتكون عدداً قليلاً من البذور) عند بعض أنواع الخضار كالبصل، والجزر في إكثار السّلالات أو الأصناف العقيمة الذكر. إذ تلاحظ هذه الظاهرة على النّباتات العقيمة تحت تأثير ظروف معينة، وبالتالي يمكن إكثارها.

إن استخدام السّلالات العقيمة الذّكر وراثياً كأمّهات في التّهجين يجنبنا من إجراء عمليّة خصي الأزهار المجهدة، ويؤدّي إلى إنتاج هجن خصبة، لأنّ صفة العقم متنحية، وهي تناسب النّباتات الخلطيّة التّلقيح أكثر من النّباتات الذّاتية التّلقيح، لأن الأخيرة تحتاج إلى نقل حبوب اللّقاح يدوياً من الآباء إلى الأمهات، أو اتّباع بعض الإجراءات المساعدة على التّلقيح مثل رش النّباتات بمحاليل سكريّة بهدف جذب الحشرات الملقحة.

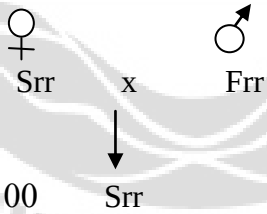
3 – العقم الذّكريّ الوراثيّ السيتوبلازمي Genetic – cytoplasmic:

يرجع هذا العقم إلى الفعل المشترك لعامل خاص بالعقم موجود في السيتوبلازم يرمز له بـ S، ومورثة إعادة الخصوبة الموجودة في النواة ويرمز لها بـ R، ولا يكون النّبات عقيماً إلا باجتماع عامل العقم S مع مورثة إعادة الخصوبة في حالتها المتنحيّة الأصيلة Srr. أما

النّباتات التي تحمل التراكيب الوراثيّة SRR و SRr و FRR و FRr و Frr فجميعها خصبة. ويمكن نقل صفة العقم الذّكريّ الوراثيّ السيتوبلاسمي إلى أي صنف، أو سلالة باتّباع طريقة التّهجين الرّجعيّ، بحيث يكون الصّنف المراد نقل هذه الصّفة إليه ذا تركيب وراثي Frr.

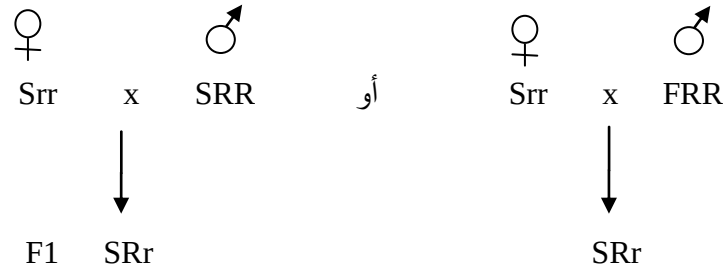


وبعد حوالي ستة أجيال يتم الحصول على سلالة تشبه الصّنف الأب في جميع صفاتها إلا أنها عقيمة ذكرياً. ويمكن إكثار السّلالات ذات العقم الذّكريّ الوراثيّ السيتوبلازمي Srr بتلقيحها مع سلالة خصبة، ومشابهة للصنف نفسه ذات تركيب وراثي Frr.



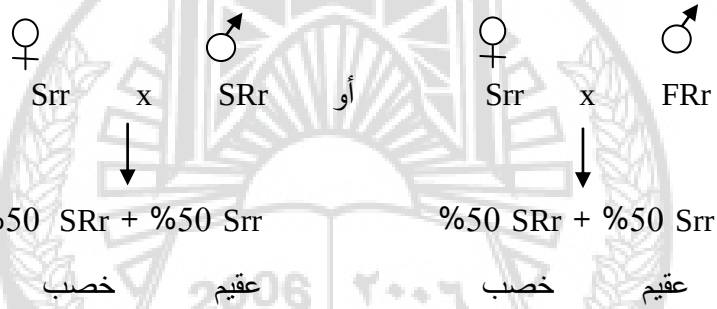
إنّ التّركيب الوراثيّ Frr شائع الوجود عند البصل العاديّ.

وللحصول على هجن خصبة يجب أن تلقح أصناف الأمهات ذات العقم الذّكريّ الوراثيّ السيتوبلازمي مع أب ملقح ذي تركيب وراثيّ SRR أو FRR.



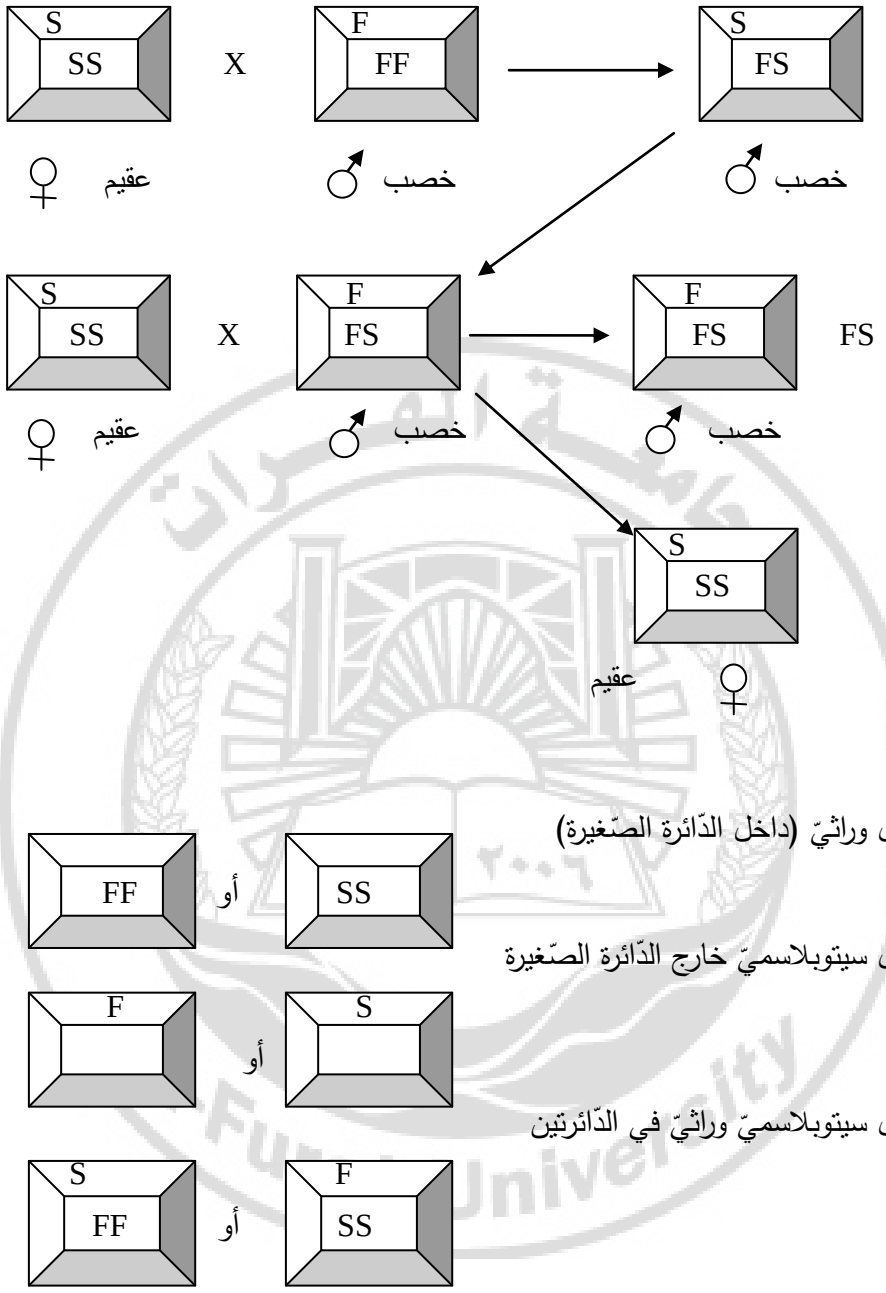
100% أفراد خصبة 100% أفراد خصبة

وهذا يناسب الخضار الثمرية كالبندورة، والباذنجان، والفليفلة، أمّا إذا ما لقّحت هذه الأصناف مع أب ذي تركيب، وراثي SRr أو FRr، فإنّ نصف النسل الناتج يكون خصباً، والنصف الآخر عقيماً. وهذا ما يناسب الخضار الجذريّة والورقيّة.



يتحكّم بهذا النّوع من العقم عوامل العقم الموجودة في سيتوبلازم الخلايا النباتيّة ونواتها ويرجع أولها إلى:

1. وجود عامل خاص بالعقم موجود في السيتوبلازم، ويرمز له بـ (S).
2. وجود عامل خاص بالخصوبة، موجود في سيتوبلازم النّباتات الخصبة، ويرمز له بـ (F).
3. عامل وراثي خصب وسائد موجود في النواة، ويطلق عليه عامل إرجاع الخصوبة (FS)، وبوجوده ترجع الخصوبة للنّباتات التي تحمل عامل العقم (S) في سيتوبلازم خلاياها، والمخطط (3) يوضّح ذلك:



المخطط (3): العقم الذّكريّ الوراثيّ السيتوبلازمي

S = عقيم ذكريّاً.

F = خصب ذكريّاً.

والعامل F سائد على العامل S

والعامل الوراثيّ السيتوبلاسمي ينتقل عن طريق الأم فقط (1947) Alfes seas

ثانياً: عدم التّوافق الجنسي الذّاتي:

تكمن فائدة السّلالات غير المتوافقة ذاتياً في إمكانية استخدامها كآباء عند إنتاج البذور الهجينة، إذ تؤدّي زراعة خطوط متبادلة من سلالتي الأبوين إلى أن تلقّح كل منهما الأخرى، لأنّ التّلقيح الذّاتي غير ممكن، وعليه فإن كلا السلالتين تعطي بذوراً هجينة على عكس الطرائق الأخرى التي يتم الحصول على البذور الهجينة من السّلالة الأم فقط.

التّحسين الوراثيّ لنباتات الخضار ذاتية التّلقيح:

أهم الطرائق المستخدمة في تحسين النّباتات ذاتية التّلقيح:

1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

وهو انتخاب عدد كبير من النّباتات من الحقل بحيث تكون هذه النّباتات متشابهة مظهريّاً، تجنى معاً ثم تخلط بذورها معاً، وتستعمل كبذور للجيل الثّاني. ويتحقّق ذلك في نباتات ذاتية التّلقيح عند الوصول إلى مادة نباتيّة، منتخبة، تركيبها الوراثيّ متماثل اللواقح بالنّسبة إلى الصفات المرغوبة. وتكرر عملية الانتخاب جيلاً بعد جيل حتى نحصل في النهاية على صنف يكون أقرب ما يكون إلى صفات النموذج المطلوب. وتتم عملية الانتخاب الإجماليّ، وفق المخطط (4):

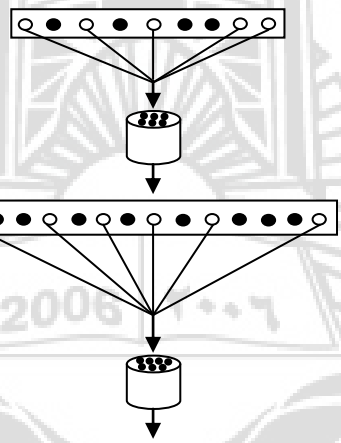
العام الأول: ننتخب نباتات من المادّة الأوليّة اعتماداً على الصّفات الشكلية، قد يصل عدد النّباتات المنتخبة إلى بضع مئات أو آلاف. وتجمع البذور في وعاء واحد.

العام الثاني: تزرع بذور النّباتات التي حصلنا عليها في العام الماضي في تجارب مقارنة مبدئية، لمقارنتها بالأصناف التجارية المعتمدة بما فيها الصّنف الأصيل الذي انتخبت منه النّباتات في أثناء مراحل نمو هذه النّباتات تدون بعض الملاحظات على هذه النّباتات من قبل القائم بعملية الانتخاب، مثل: قوّة النمو، ارتفاع النّبات، مقاومة الآفات، تحمل البرودة

والحرارة، وصفات الجودة وغيرها، ثم تجرى عليها عملية انتخاب، وتجمع البذور في وعاء واحد، وتستمر هذه العملية حتى الوصول إلى مادة متجانسة في معظم الصّفات المرغوبة.

العام الثّالث: يستمرّ إجراء تجارب مقارنة إنتاجية النّباتات، ومقاومة الآفات مع الأصناف الرئيسية إلى السنة السّادسة، للتأكد من تفوق الأصناف الجديدة عليها، من ناحية الإنتاج والتأقلم مع البيئة.

العام السّابع: بعد التأكد من تفوق الصّنف الجديد، من خلال نتائج تجارب المقارنة بالسنوات السابقة، تبدأ عمليّة توزع البذار على المزارعين. وتستمرّ العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة وغير المرغوبة.



مخطط (4): الانتخاب الإجماليّ

ايجابيات طريقة الانتخاب الإجماليّ:

1. بسيطة وسهلة.
2. تستخدم على نطاق واسع من قبل المؤسّسات والشركات المنتجة للبذور لتخليص الأصناف من الصّفات الرديئة والحفاظ على الأصناف من التدهور، ممّا يؤدي إلى الحفاظ على النقاوة الصّنفية.

سلبيات هذه الطريقة:

1. لا يمكن معرفة النّباتات المنتخبة هل هي أصيلة أو خليطة وراثياً، فالخليطة ستعطي انعزالات في الجيل التالي، ولا بد من إعادة الانتخاب مرة أخرى.
2. صعوبة تحديد إذا كان تفوق النّباتات عائداً إلى عوامل الوراثة أو عوامل البيئة.

2 – الانتخاب الفردي Individual selection:

تستعمل طريقة الانتخاب الفردي كوسيلة مهمّة لتربية أصناف محسّنة من النّباتات ذاتية التّلقيح، وهي تعد تطبيقاً لنظرية السّلالة النّقيّة التي وضعها العالم Johannsen عام 1926.

مبدأ هذه الطريقة من الانتخاب يعتمد على انتخاب نباتات إفرادياً، ثم إخضاعها لاختبار النّسل ولعدة أجيال، بهدف استبعاد نسل الأفراد (السّلالات) الرديئة، والمنتخبة عن طريق الصّدفة أو الخطأ. ممّا يفسح المجال للتمييز بين الاختلافات الوراثيّة، والبيئيّة نظراً لمقارنة مئات السّلالات على مدى عدة أعوام، وفي ظروف بيئية متباينة. وانطلاقاً من ذلك تعرف السّلالة النّقيّة بالنسل الناتج من نبات، واحد أصيل ذاتي التّلقيح.

إنّ النسل الناتج من نبات واحد منتخب من مجموعة من النّباتات ذاتية التّلقيح ينتظر أن يكون متماثلاً، ومشابهاً لهذا النّبات، كما ينتظر أن يتكاثر ويعطي نباتات متماثلة تشبهه تماماً.

وعليه لا توجد فعالية لهذا الانتخاب الفردي إذا كانت الأصناف الذّاتية التّلقيح نقية ومعتنى بها، ويكون فعالاً في الأصناف ذاتية التّلقيح غير النّقيّة والرديئة، أي أن تكون مزيجاً من عدة سلالات بسبب الخلط الميكانيكي أو الوراثيّ. يتم الانتخاب الفردي أو السّلالة النّقيّة كما يأتي:

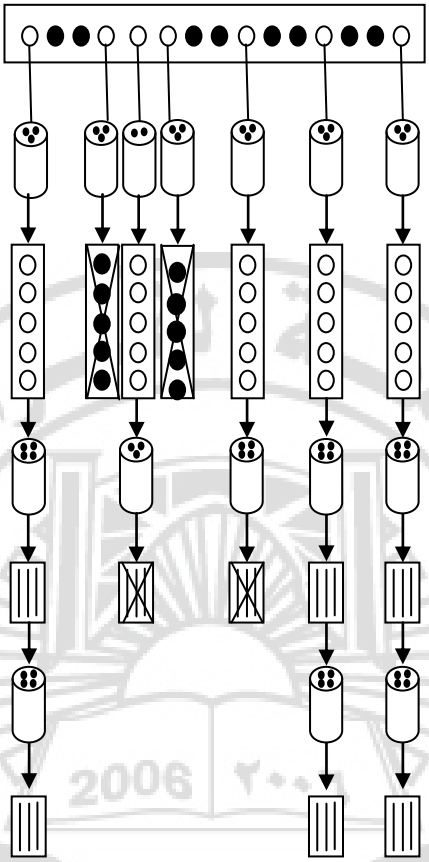
العام الأول: تنتخب نباتات من المادّة الأوليّة، ويمكن انتخاب عدة مئات من النّباتات تجمع بذور كل نبات في كيس خاص. يتمّ التركيز في هذه المرحلة على صفات مهمّة مثل: التأقلم مع الظروف البيئيّة، الباكورية، والحالة العامّة للصنف.

العام الثاني: تزرع بذور كل نبات منتخب على خط مستقل، يتم التركيز على الصّفات الشكلية، وتقارن الخطوط مع بعضها، ثم تستبعد الخطوط التي تظهر فيها صفات رديئة، والباقي تجمع بذور كل خط في وعاء مستقل.

العام الثالث: تزرع بذور كل عائلة في ثلاثة مكررات، يتكوّن كل مكرّر من ثلاثة خطوط، تقارن العائلات مع بعضها، ويتمّ التركيز أيضاً على الصّفات الشكلية، ويستبعد الخطوط الرديئة.

تجمع بذور العائلات المنتخبة في، وعاء مستقل في الأعوام (4 – 5 – 6)، تزرع العائلات في ثلاثة مكررات، ويتم التأكد من مدى ملاءمة العائلات للظروف البيئيّة السّائدة في المنطقة. كما تتمّ مقارنة الإنتاجية من جهة أخرى، وكذلك مقاومتها للأمراض والحشرات.

وفي النهاية يتم تحديد العائلات الأفضل، وعليه إن الصّنف الناتج عن الانتخاب الفردي ينشأ من نبات فردي أصيل تم انتخابه، ثم إكثاره بالتّلقيح الذّاتي، فأعطى نباتات متماثلة ومتشابهة فيما بينها مكوّنة سلالة نقية، تتحول بعد اجتيازها لاختبارات عديدة إلى الصّنف التّجاري الجديد، كما في المخطّط (5).



مخطط (5): الانتخاب الفردي

ميزات الانتخاب الفردي:

أ – معقد ويحتاج إلى جهد كبير مقارنة بالإجماليّ.

ب – يمكّن من دراسة نسل النّباتات المنتخبة وتحديد الاختلافات الوراثيّة فيها.

ج – لا تولد تراكيب وراثية جديدة، وإنما تعزل التّراكيب الوراثيّة المتفوّقة الموجودة أصلاً في المادّة الوراثيّة.

3 – الانتخاب بطريقة تسجيل النّسب Pedigree method:

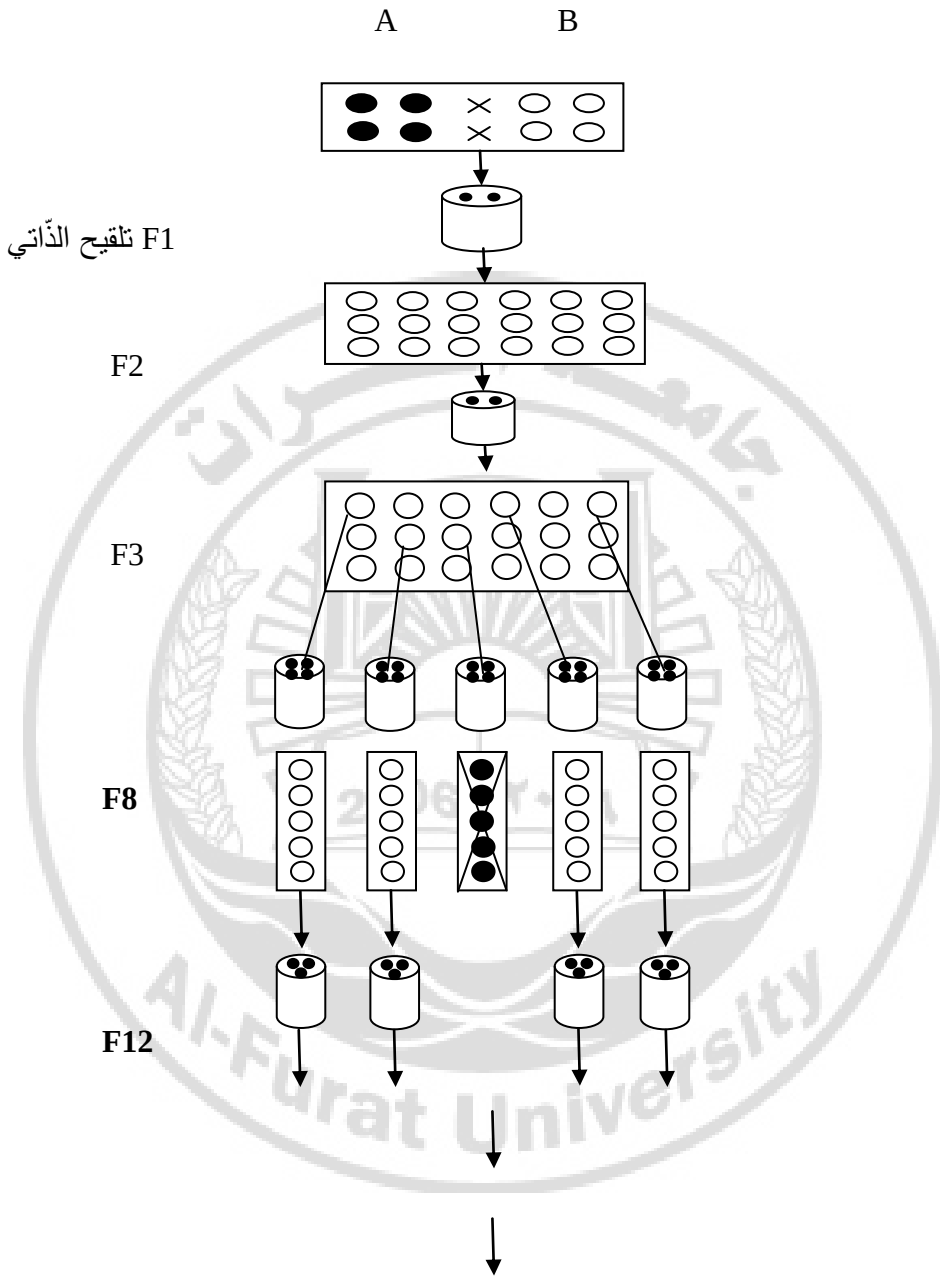
العام الأوّل: نزرع الصّنفين A و B ونقوم بالتّهجين بينهما، ونحصل على البذار الهجين F1.

العام الثّاني: تزرع البذور الهجينة F1 في قطعة أرض، وتترك للتلقيح الذّاتي، ثم تؤخذ البذور.

العام الثّالث: تزرع بذور الجيل الثّاني F2 في قطعة، وتتمّ عملية الانتخاب حيث تنتخب النّباتات ذات الصّفات المرغوبة، وتجمع بذور كلّ نبات في وعاء خاص.

العام الرّابع: تزرع بذور كلّ نبات منتخب F3 في خط (20 – 30 نبات)، ثمّ تنتخب أفضل النّباتات في أفضل الخطوط، وتجمع بذور كل نبات على حده.

العام الخامس: تزرع بذور F4 المنتخبة، ويكرّر نفس العمل كما في العام الرّابع. وهكذا يستمر الانتخاب حتى F7. حيث تصبح غالبية العائلات منتظمة النمو لنباتات متشابهة كثيراً ويبدأ التركيز على الصّفات الإنتاجيّة حتى الجيل الثاني عشر F12. مخطّط (6).



مخطّط (6): الانتخاب بطريقة تسجيل النّسب

ميزات هذه الطّريقة:

a. تمكّن هذه الطريقة من تتبّع النّباتات، والإحاطة بصفات كلّ منها جيلاً بعد جيل، وبذلك يستطيع انتخاب النّباتات الممتازة، واستبعاد النّباتات غير المرغوبة خلال الأجيال الانعزالية الأولى دون الحاجة إلى الانتظار حتى الأجيال المتأخّرة.

b. يمكن في هذه الطّريقة البدء بعمل تجارب مقارنة المحصول بين السّلالات المختلفة أكثر تبكيراً ممّا في طريقة التّجميع.

c. يمكن القيام بدراسات إضافية على وراثة الصّفات المهمّة المختلفة على جزء من نباتات الجيل الثّاني والجيل الثالث دون أيّ نفقات إضافيّة؛ إذ لا يمكن إجراء ذلك في حالة طريقة التّجميع.

d. تسجيل دقيق للمعلومات التي يتمّ الحصول عليها من النّباتات المنتخبة.

e. تختصر عدد النّباتات من جيل إلى آخر بـ 10% من مجموع النّباتات المزروعة في كلّ جيل.

عيوبها:

- العيب الوحيد هو كثرة ما تتطلّبه من المحسّن الوراثيّ للنباتات من جهد ووقت ونفقات؛ إذ أنّها تتطلّب حفظ سجلات نسب لكلّ من النّباتات الفرديّة، ونسلها كلٍ على حدا.

4 – الانتخاب بطريقة التّجميع Bulk method:

العام الأوّل:

نزرع الصّنفين A و B، ونقوم بالتّهجين بينهما، ونحصل على البذار الهجين F1.

العام الثّاني:

زراعة F1 ، وتترك للتلقيح الذّاتي والحصول على F2.

العام الثّالث:

زراعة F2، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F3.

العام الرّابع:

زراعة F3، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F4.

العام الخامس:

زراعة F4، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F5.

العام السّادس:

تزرع بذور F5، وننتخب أفضل النّباتات بعد أن تكون قد وصلت أعداد كبيرة من النّباتات إلى حالة الأصالة الوراثيّة.

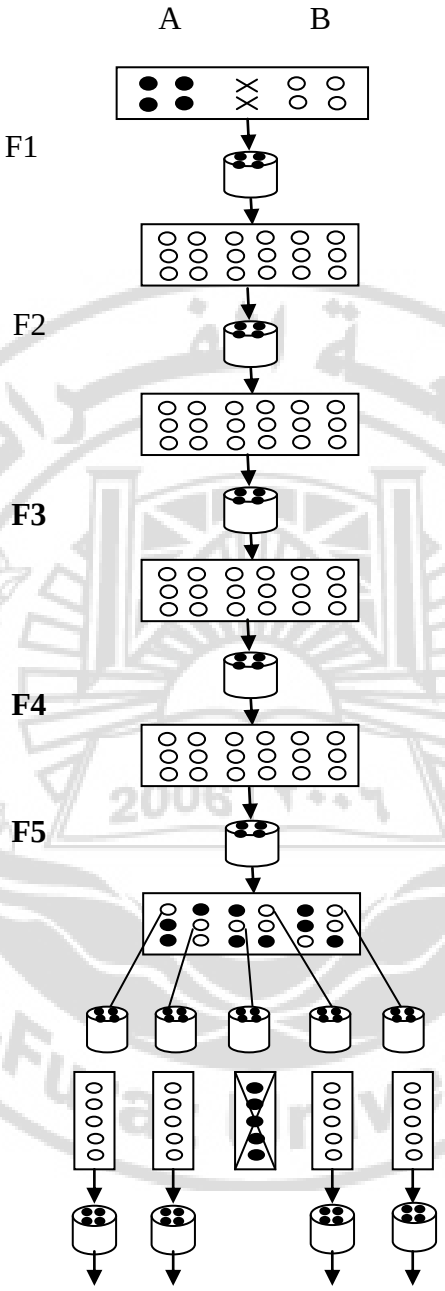
العام السّابع:

تزرع البذور في خطّ مستقل، وتنتخب الخطوط الأفضل، وتجمع بذورها في، وعاء مستقلّ، ثمّ تزرع في العام التّالي.

العام الثّامن:

حتّى الثاني عشر مقارنة الإنتاجية F8 – F12.

بعدها يتم إكثار السّلالة المتفوقة، واعتمادها كصنف تجاريّ. مخطّط (7).



مخطّط (7): طريقة التّجميع

مزايا طريقة التّجميع:

- لا تتطلّب مجهوداً كبيراً من المحسّن الوراثيّ للنبات، كما أنّها لا تحتاج إلى حفظ سجلات تفصيليّة عن النّباتات الفرديّة ونسلها خلال هذه المدة.

سلبيّاتها:

- بسبب اعتماد المحسّن الوراثيّ في هذه الطريقة على الانتخاب الطّبيعيّ، وحده فإنّ نسبة كبيرة من النّباتات في الجيل السّادس مثلاً ستكون من طرز لا تتوافر فيها الصّفات المرغوبة جميعها التي ينشدها المربي.

- ثبت من الدّراسات الحديثة أنّه ليس من الضروريّ أن تكون السّلالات المتبقية من الجيل السّادس بعد فترة الانتخاب الطبيعيّ هي أوفر السّلالات محصولاً أو أحسنها صفات، بل إنه كثيراً ما يحدث أن يتلاشى وينقرض عدد من السّلالات المرغوبة في فترة الانتخاب الطّبيعيّ نتيجة لعدم تحمّلها منافسة Competition سلالات أخرى قد لا تكون صفاتها مرغوبة، ولكنها تتّصف بكونها متعديّة Aggressive كائناً ما كانت عوامل ومسبّبات هذه الصّفة في النّباتات.

5 – التّهجين الرّجعيّ Back Cross:

يتمّ اللّجوء إلى طريقة التّهجين الرّجعيّ عند الرغبة بإضافة صفة أو صفتين بسيطتين وراثياً إلى صنف تجاريّ متفوّق في عدد كبير من الصّفات، حيث تجرى سلسلة من التّهجينات الرّجعيّة مع الصّنف المراد تحسينه مع التركيز في أثناء عملية الانتخاب في كلّ جيل على الصّفة أو الصّفتين المرغوب إضافتهما له. وعند انتهاء عمليّات التّهجين الرّجعيّ ستكون المورّثة أو المورّثات المسؤولة عن الصّفات المراد نقلها إلى الصّنف خليطة Hetrozygous بعكس المورثات الأخرى جميعها التي تكون جميعها قد تحوّلت إلى الحالة الأصيلة، لذلك يترك النّسل بعد آخر تهجين ليتلقّح ذاتياً مع الانتخاب لتحويل هذه الصّفات الخليطة إلى أصيلة، وبالنتيجة يتمّ الحصول على صنف جديد يتميّز بصفات الصّنف القديم جميعها. إضافة إلى الصّفة أو الصّفتين اللتين تفوق بهما على

الصّنف القديم، ويسمّى الصّنف التّجاري المراد تحسينه بالأب الرّجعيّ Recurrent parent، أمّا الصّنف الذي سيتمّ الحصول منه على الصّفة أو الصّفتين الممتازتين فيسمى بالأب غير الرّجعيّ Nonrecurrent parent.

إنّ عدد التّهجينات الرّجعيّة الواجب القيام بها يتراوح بين 2 – 8 تهجينات بحسب ما يريده المحسّن الوراثيّ من تركيز صفات الأب الرّجعيّ في الصّنف الجديد.

كما أنّ العمليّة تسير بسهولة إذا كانت الصّفات المراد إضافتها سهلة التميّز، وبسيطة وراثياً (المسؤول عنها زوج أو زوجان من العوامل الوراثيّة السّائدة). أمّا إذا كانت هذه الصّفات متنحّية فإنّ العمليّة تطول وتتأخّر نظراً لضرورة الانتظار بعد كلّ تلقيح رجعيّ عاماً كاملاً يترك فيه النّسل النّاتج للتلقيح الذّاتي لكي تعطي الفرصة للمورّثات المتنحيّة بالظهور حتى يمكن انتخابها، وإجراء التّهجين الرّجعيّ عليها ثانية. والمثال الآتي يوضّح ذلك:

العام الأوّل: يتمّ التّهجين بين الصّنف التجاري الجّيد (الأب الرّجعيّ A)، والصّنف المراد نقل الصّفة منه إلى الصّنف التجاري (الأب غير الرّجعيّ B).

العام الثّاني: يزرع (10) نباتات من نباتات الجيل الأوّل F1، وتهجن رجعيّاً مع الصّنف التّجاري للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الأوّل BC1.

العام الثّالث: تزرع نباتات الجيل الرّجعيّ الأول وتجري لها عدوى صناعيّة، ثمّ يتمّ تهجين 10 نباتات مقاومة مع الأب الرّجعيّ. للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثاني BC2.

العام الرّابع حتى السّابع: تجرى عدوى صناعيّة لنباتات التّهجين الرّجعيّ، وينتخب حوالي 50 نباتاً مقاوماً، وتهجّن رجعيّاً مع الأب الرّجعيّ.

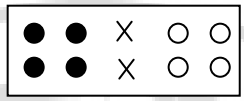
للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثالث BC3 ، BC4 ، BC5 ،.....

العام الثّامن: تجري عدوى صناعيّة، وينتخب حوالي 500 نبات مقاوم، وتترك للتّلقيح الذّاتي.

العام التّاسع: تزرع بذور 500 نبات، كل بذور نبات في خط، وينتخب منها 100 خط أصيلة في صفة المقاومة ونباتاتها متجانسة، وتشبه الأب الرّجعيّ.

العام العاشر: يزرع الصّنف الجديد إلى جانب الصّنف الرّجعيّ للمقارنة والتأكد أن الصّنف الجديد يشبه الأب الرّجعيّ في صفاته جميعها ما عدا المقاومة.

A x B



مقاوم للمرض (الأب غير الرّجعيّ) غير مقاوم (الأب الرّجعيّ)

F1 AB

(50% من مورثات الأم، والأب) F1 X A

75% من مورثات الصّنف الجيد BC1

BC1 X A

87.5 % من مورثات الصّنف الجيد BC2

BC2 X A

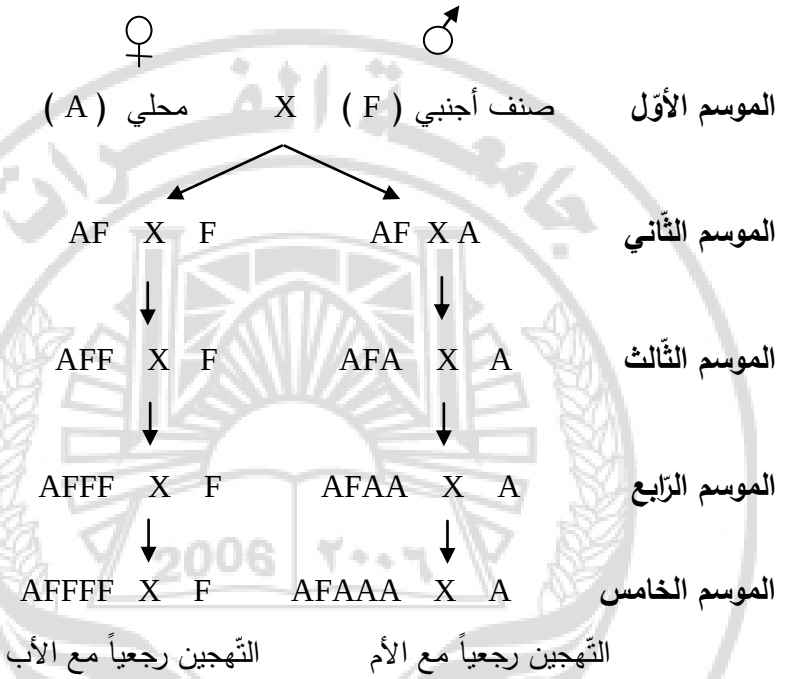
93.75% من مورثات الصّنف الجيد BC3

وقد أجرى (الجاسم، 2006) التّهجين الرّجعيّ على محصول الخيار باستخدام صنف خيار محليّ (عنجريني) وأربعة أصناف هجينة مستوردة، وعلى مستويات عدّة وفق الآتي:

- التّهجين ما بين الصّنف المحليّ (عنجريني)، والهجن الأجنبيّة الأربعة في الموسم الأوّل آخذين مع مراعاة استخدام الصّنف المحليّ كأمّ في التّهجينات.

- إعادة التّهجين ما بين الهجن الأربعة النّاتجة عن التّهجين الأول وكلٍ من الهجن الأجنبيّة الأربعة من جهة والصّنف المحلي من جهة أخرى باستخدام التّهجين الرّجعيّ في الموسم الثاني والثالث والرابع والخامس.

كما هو موضح في المخطّط الآتي:



التّحسين الوراثيّ لنباتات الخضار خلطيّة التّلقيح:

هناك نوعان رئيسان من الانتخاب يستعملان في كل من النّباتات الخلطيّة، والذّاتية التّلقيح مع مراعاة بعض الاعتبارات البيولوجية الخاصّة بكل مجموعة، وهما الانتخاب الطبيعي الذي تقوم به الطبيعة لينتج عنه أفراد مهمّة تحمل صفات التأقلم أو صفات أخرى، أو انتخاب صناعي، وهو الذي يقوم به المحسّن الوراثيّ لتحسين صفة أو أكثر من الصّفات الوراثيّة المهمّة والمرغوبة، ويكون الانتخاب دائماً فعالاً فقط في حال الاختلافات

الوراثيّة القابلة للتوريث، وقد لا يخلق الانتخاب التّباين، وإنما يعمل على الاختلافات الوراثيّة الموجودة أصلاً.

ويستخدم لتحسين النّباتات خلطيّة التّلقيح الطرائق الآتية:

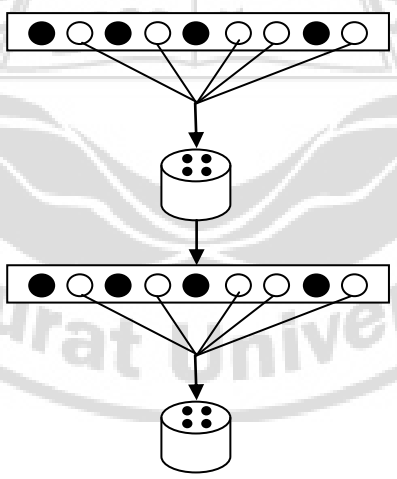
1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

تشمل معظم طرائق التّحسين الوراثيّ على هدف مشترك هو زيادة الإنتاج لأي نبات كماً ونوعاً في وحدة المساحة، وهناك صورتان للانتخاب الإجماليّ:

أ – انتخاب اجماليّ بسيط:

العام الأوّل: يتمّ انتخاب أفضل النّباتات، وتقلع النّباتات غير المرغوبة ليتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط، ثمّ نحصل على البذور، وتوضع في وعاء واحد.

العام الثّاني: تزرع النّباتات، وتنتخب أفضلها، وتقلع النّباتات غير المرغوبة حتّى يتمّ التّلقيح بين النّباتات لمنتخبة فقط. وهكذا حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة في جملة الصّفات المرغوبة. وتستمر العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة.



مخطّط (8): انتخاب اجماليّ بسيط

ب – الانتخاب الإجماليّ المعدّل:

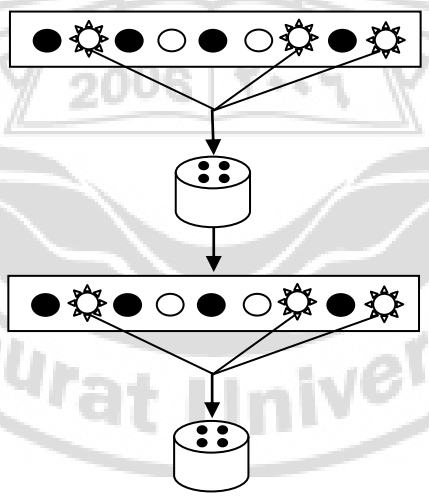
العام الأوّل: تتبع في النّباتات ثنائيّة الحول، تختلف هذه الطّريقة عن الانتخاب البسيط بأنه بعد انتخاب أفضل النّباتات، وحصادها نقوم بعملية تقييم وفرز أخرى عليها لانتخاب المناسب منها.

فمثلاً في نبات الفجل، وبعد تحديد أفضل النّباتات، وحصادها ننتخب أفضل الجذور من حيث اللّون، والشكل، والجذر الوتديّ الرفيع غير المتفرع.

أمّا الملفوف فننتخب أفضل النّباتات القابلة للتخزين وهكذا. وتزرع هذه النّباتات المنتخبة في هذا العام أو تخزن لتزرع في العام القادم.

العام الثاني: بعد عمليّة الانتخاب الثانية تزرع النّباتات في مكان معزول ليتم التّلقيح الخلطيّ فيما بينها.

وتستمرّ العمليّة حتى الوصول إلى الصّنف المرغوب، والتخلّص من الصّفات الرديئة.



مخطّط (9): انتخاب إجماليّ معدّل

2 – الانتخاب العائليّ Family selection:

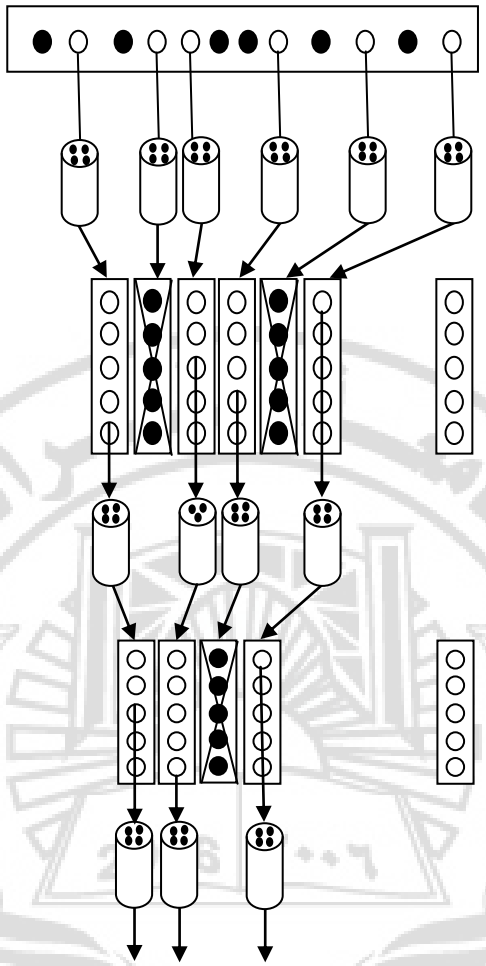
في مثل هذه الطّريقة تنتخب العائلة بأكملها كوحدة مستقلة، أو تستبعد كوحدة بناء على قيمة متوسطها المظهري، ولا تؤخذ قيمة أفرادها الفرديّة في الاعتبار، ودرجة القرابة بين أفراد هذه العائلة يجب أن تكون إخوة أشقاء أو غير أشقاء حيث إنّ الأفراد بعيدة درجة القرابة Remot relatives ليس لها أهميّة تذكر. ويتوقف استعمال الإخوة الأشقاء على قدرة الآباء على التناسل، وسرعته فإن انخفضت درجة التناسل في الآباء فيستحسن استعمال إخوة غير أشقاء. وله صور عدةّ أهمها:

أ – الانتخاب العائليّ دون عزل:

العام الأول: تنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتى لا يتمّ التّلقيح بينها، ثم نحصل على بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثاني: زراعة بذور كل نبات في خط ضمن قطعة أرض مستقلة دون العزل بين العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة. بعدها ننتخب نباتات من ضمن العائلة المتفوقة، ويقلع الباقي، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتى الثامن: يستمر تكرار ما سبق ذكره حتّى الوصول إلى الهدف من عمليّة الانتخاب.



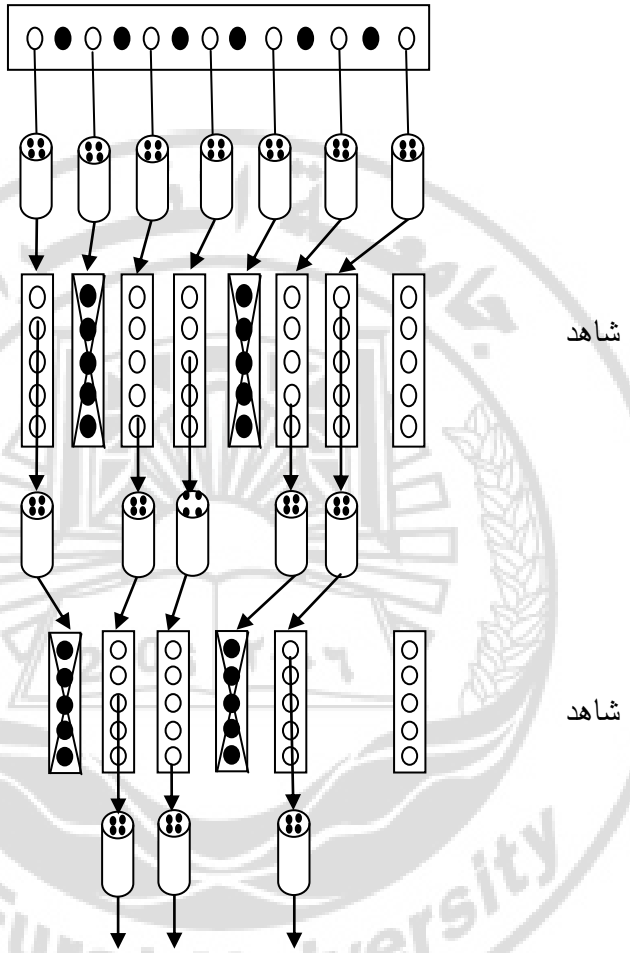
مخطط (10): الانتخاب العائليّ بدون عزل

ب – الانتخاب العائليّ مع العزل:

العام الأوّل: تقيم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتّى لا يتمّ التّلقيح بينها، تجمع بذور كلّ نبات في، وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع بذور كلّ نبات في خط معزول حتّى لا يحدث تلقيح خلطيّ بين العائلات وتستبعد الرديئة، تنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات، وتجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتّى الثّامن: تزرع بذور كلّ نبات في أرض معزولة لمقارنة العائلات ببعضها، تستبعد الرّديئة وتنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات.



مخطّط (11): الانتخاب العائليّ مع العزل

ميزات هذه الطريقة:

1. طريقة أكثر فعاليّة تحتاج إلى كثير من الجهد.
2. حدوث التّلقيح الذّاتي في النّباتات خلطيّة التّلقيح نتيجة العزل، الأمر الذي ينعكس سلبياً على حيويّة النّباتات، ويؤدّي إلى انخفاض في إنتاجيّتها، ممّا يصعب من تقييمها.

ج – الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف:

إنّ الهدف من هذا الانتخاب توجيه عمليّة التّلقيح حيث لا يحصل التّلقيح بين النّباتات الجيدة والرّديئة.

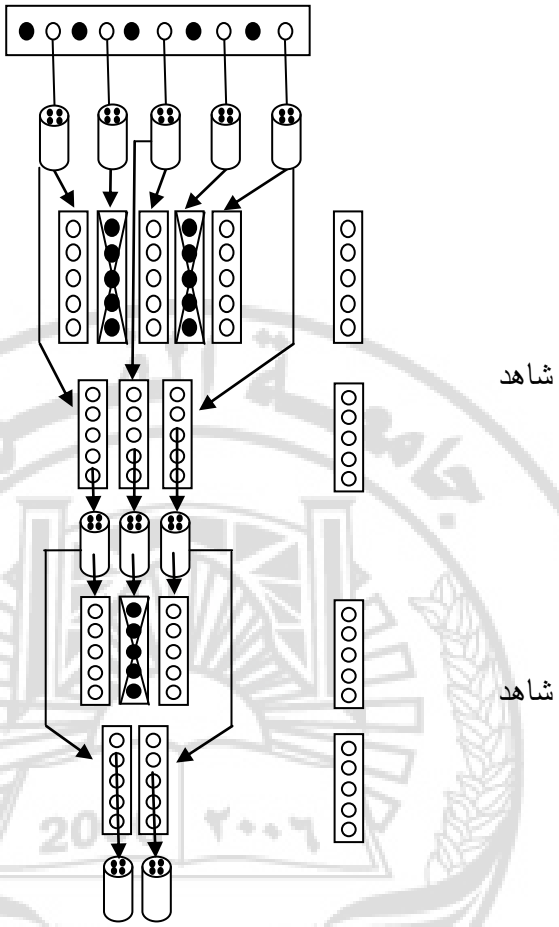
العام الأوّل: يتمّ تقييم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات وتقلع بقية النّباتات الرّديئة حتّى يتمّ التّلقيح الخلطيّ بين النّباتات الجيدة، تجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع نصف كميّة البذور من كل وعاء في قطعة أرض مستقلّة، ويحفظ النصف الآخر، وتتمّ عمليّة تقييم للعائلات النّاتجة بعد تشكّل الثّمار، وينتخب نتيجتها أفضل العائلات.

العام الثّالث: نزرع النّصف الباقي من العائلات التي تفوقت في أرض مستقلّة، وتنتخب أفضل النّباتات في كل عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الرّابع: تزرع نصف الكميّة وتقارن العائلات، وتحدّد أفضل العائلات.

العام الخامس: نزرع النّصف المتبقي من العائلات المتفوّقة، وننتخب أفضل النّباتات من كلّ عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.



مخطّط (12): الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف

ميزات هذه الطّريقة:

- توفير تكاليف العزل.
- توجيه الانتخاب بحيث يحصل تلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط.

3 – الأصناف التّركيبيّة Synthetic varieties:

يتمّ إنتاج الأصناف التّركيبيّة في النّباتات خلطيّة التّلقيح فقط، وتنتج وفق المراحل الآتية:

اختيار الآباء:

عبارة عن سلالات أصيلة ناتجة عن تلقيح ذاتيّ إجباريّ يتراوح عددها من 4–10 سلالات ويطلق على هذه السّلالات تسمية المكونات الأساسية للصنف التّركيبيّ Syn-0.

إنتاج الهجن الفرديّة:

بوساطة إجراء التّهجينات الممكنة جميعها بين هذه السّلالات، فإذا كان لدينا 5 سلالات (A – B – C – D - E) فإننا سنحصل على 10 هجن فرديّة وفق المخطط الآتي:

بعد ذلك نقوم بأخذ كمّيات متساوية من بذور هذه الهجن، وخلطها معاً مشكلةٍ بذلك الجيل التّركيبي الأول1 – Syn.

- تزرع بذور الجيل التركيبي الأوّل، وتترك النّباتات للتلقيح المفتوح العشوائي لإنتاج الجيل التّركيبي الثاني Syn- 2.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني لإنتاج Syn – 3.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثالث لإنتاج Syn – 4.

تستخدم بذور Syn – 3 و Syn – 4 في الإنتاج التجاري كأصناف تركيبية.

تستخدم بذور Syn – 2 عند إعادة تركيب الصّنف من جديد.

التّحسين الوراثيّ لنباتات الخضار المتكاثرة خضرياً.

يتمّ إكثار بعض أنواع الخضار خضريّاً عن طريق العقل، أو الترقيد، أوعن طريق زراعة الأنسجة مثل: الثوم والبطاطا، والبطاطا الحلوة، والأرضي شوكي، والفريز، والهليون، وغيرها.

وكما هو معروف تعتمد طريقة التّكاثر الخضريّ على استخدام أجزاء نباتيّة مختلفة، ما عدا البذور والأفراد النّاتجة عن تشكّل مجموعة من النّباتات متماثلة، مشابهة للأصل (النّبات الام) في جميع الصّفات من حيث النّمو الخضريّ، والإزهار وغيرها من الصّفات. وبمعنى آخر لا يحدث نتيجة ذلك خلط وراثي وعليه لا يحدث أيّ تغير في التركيب الوراثيّ للنباتات. وتدعى مجموعة النّباتات النّاتجة عن فرد واحد خضريّاً باسم السّلالة

الخضريّة Clone. لكن يلاحظ أحياناً ظهور تباين في صفات نباتات الأصناف الخضريّة، أو ظهور بعض الصّفات الرّديئة، أي يكون التركيب الوراثيّ لهذه النّباتات خليطاً أو غير متجانس، ويعزى ذلك إلى:

1 – بعض الأصناف الخضريّة ناتجة أساساً عن البذور التي هي ثمرة التّكاثر الجنسيّ، وعليه فإنّ الأفراد النباتيّة النّاتجة عن زراعتها لا تكون متماثلة تماماً في صفاتها المختلفة. (حيث تظهر انعزالات وراثية كثيرة في الأفراد النّاتجة عن إكثار هذه النّباتات جنسيّاً، وخاصّة في أثناء إنتاج الجيل الثّاني)، ورغم ذلك يمكن إنتاج أعداد كبيرة من النّباتات المتشابهة، وراثياً لنبات منتخب أو سلالة مرغوبة (إكثار خضري) دون الاهتمام بمدى الخلط الوراثيّ في تركيبها.

2 – تعرّض نباتات الأصناف الخضريّة للإصابة بالأمراض الفيروسية التي تنتقل من جيل إلى آخر بسرعة، وتؤثّر سلبيّاً في العمليّات الحيويّة داخل النّباتات، وبالتالي في صفاتها المختلفة، لهذا يجب إجراء عمليّة الانتخاب الصّحي للتأكد من خلو النّباتات المراد إكثارها خضرياً من الأمراض الفيروسيّة.

كما أنه يمكن معالجة الأجزاء الخضريّة حرارياً أو كيميائياً دون التّأثير على حيويّة النّسج للتخلّص من الأمراض، ومن ثم زراعة القمة النامية (الميرستيم) Meristem مخبرياً In vitro.

3 – تعرض نباتات الأصناف الخضريّة لحدوث الطّفرات الجسميّة Somatic mutation مثل الطّفرات البرعمية Bud sports التي تؤدي إلى حدوث تغير في التركيب الوراثيّ لبعض الأجزاء النباتيّة.

لهذا تقع على عاتق المربي مهمة المحافظة على الأصناف الخضريّة من الخضار، ومنع تدهورها، والعمل على تحسينها.

إنّ التّحسين للنباتات المتكاثرة خضرياً يعدّ سهلاً مقارنة بالنّباتات المتكاثرة جنسياً، إذ يمكن للمحسّن الوراثيّ أن ينتخب أي نبات متفوّق في أي مرحلة من برنامج التّحسين الوراثيّ، وأن يقوم بإكثاره خضريّاً ثمّ الحصول على صنف جديد.

يمكن تحسين النّباتات المتكاثرة خضريّاً عن طريق:

- الانتخاب الكلونيّ:
- التّهجين الجنسيّ:
- إحداث الطّفرات اصطناعياً، أو استغلال الطّفرات الطّبيعيّة التّلقائيّة:

أولاً: الانتخاب الكلونيّ:

وله شكلان:

أ – الانتخاب الكلونيّ الجماعيّ:

تستخدم هذه الطريقة من الانتخاب لتنقية الأصناف الخضريّة من الصّفات الرديئة التي تظهر نتيجة للأسباب التي ورد ذكرها سابقاً.

وتتلخّص بأنّه يتمّ في البداية تقييم نباتات الصّنف الخضري لانتخاب أفضلها، ثم يتمّ إكثار هذه النّباتات خضريّاً، وتزرع الكلونات النّاتجة جميعها معاً في قطعة أرض واحدة، ثم تنتخب أفضل نباتات هذه الكلونات وتكاثر خضريّاً.

وتستمر عمليّة الانتخاب على مدى أجيال عدة، حتّى يتمّ تخليص الصّنف الخضري من الصّفات الرديئة غير المرغوبة.

ب – الانتخاب الكلونيّ الفرديّ:

تتميز هذه الطريقة من الانتخاب عن طريق الانتخاب الكلونيّ الجماعيّ، بأنّها بعد انتخاب أفضل النّباتات يتمّ إكثارها خضريّاً بصورة مستقلة، وتزرع الكلونات النّاتجة كلاً على حدا في قطعة أرض مستقلة. ثم تجري عمليّة تقييم لهذه الكلونات، وتستبعد بنتيجتها الكلونات التي تحوي نباتات ذات صفات غير مرغوبة. ثمّ تنتخب أفضل نباتات الكلونات

المتفوقة لإكثارها خضريّاً، وتكرّر عملية الانتخاب السّابقة حتّى يتم تخليص الصّنف الخضريّ من الصّفات الرّديئة غير المرغوبة.

تتجلّى فعاليّة الانتخاب الكلوني الفرديّ مقارنة بالانتخاب الكلونيّ الجماعي بالقيام بعملية تقييم للنّبات المنتخب أوّلاً، ثم القيام بعمليّة تقييم الكلون الناتج عن إكثاره خضريّاً، ثم استبعاد الكلونات الرّديئة.

مثال ذلك: إكثار البطاطا الحلوة بالعقل الساقية التي يتم الحصول عليها من المجموع الخضريّ للنّباتات النّاتجة عن الجذور الدرنية.

حيث يكون الانتخاب هنا في البداية للجذر الدّرني لزراعته، ثم الانتخاب للنّبات النّاتج عنه، إذ يمكن أن تنتج شتول عدةّ من الجذور الدّرنيّة؛ إذ يزرع كل نبات على حدا، ثم تؤخذ العقل السّاقية السّليمة، والمطابقة للصنف والخالية من الأمراض (حيث تحتوي كل عقلة على أربع عيون على الأقلّ، ويكون طولها 25 – 30سم)، وتزرع من جديد، وتنتخب أفضل النّباتات وأفضل الجذور الدّرنية.

ومن الجدير بالذّكر أنّ طريقة الانتخاب الفرديّ تكشف فيما لوكان النّبات المنتخب قد توافرت له ظروف مثالية جداً حتى استطاع النمو جيداً، وتميز بصفات جيّدة، وذلك بوساطة تقييم الكلون الناتج عن إكثاره خضريّاً.

ثانياً: التّهجين الجنسيّ:

ويتم بين أصناف عدةّ تابعة للنّوع نفسه، أو يتمّ بين أصناف تابعة لأنواع مختلفة (تهجين جنسي بعيد)، ثم زراعة البذور الهجينة النّاتجة، وتقييمها، والمحافظة على المتفوّقة منها، وإكثارها خضريّاً، كما في البطاطا، إذ لا خوف في هذه الحالة من الحصول على هجين عقيمة. ولضمان نجاح عمليّة التّحسين الوراثيّ للنباتات المتكاثرة خضريّاً باستخدام التّهجين الجنسيّ يجب مراعاة ما يأتي:

1. أن يكون موعد إزهار الأصناف التي تستخدم كأب في عمليّة التّهجين متوافقاً، أو أبكر من موعد إزهار الأصناف التي تستخدم كأم، حتّى يتسنّى جمع حبوب اللّقاح، ثم تخزينها في ظروف مناسبة إلى أن يحين موعد تفتّح أزهار الصّنف الأمّ.

2. إجراء المعاملات المناسبة (ميكانيكيّة، كيميائيّة، فيزيائيّة) لكسر طور سكون البذور الهجينة النّاتجة.

3. إجراء عمليّة الانتخاب على النّباتات النّاتجة عن زراعة البذور الهجينة على مراحل عدةّ، في أثناء النّمو الخضريّ والإزهار، والإنتاج، وجمع الثّمار.

ثالثاً: إحداث الطّفرات اصطناعياً أو استغلال الطّفرات الطّبيعيّة التّلقائيّة.

رغم ندرة الطّفرات المفيدة، وصعوبة تمييز الطّفرات الفيزيولوجيّة لأنّها غير مرئيّة، فإنه يتم الاستفادة من الطّفرات المورفولوجية على نطاق، واسع في عملية التّحسين الوراثيّ، إذ يتمّ إكثار الأجزاء النباتيّة التي تعرّضت لمثل هذه الطّفرات خضريّاً، ثم تقييم صفات النّباتات النّاتجة فإن تفوّقت في صفاتها فهذا يعني ميلاد صنف خضري جديد.

وكمثال على ذلك الحصول على صنف البطاطا راست بربناك Russet Brnbank.

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الباب الثاني

التحسين الوراثي لمحاصيل الخضر

قام الإنسان منذ القديم بالتّعرّف على ما يحيط به من نباتات، وانتخب منها ما يناسب ذوقه، وحاول معرفة الطريقة المثلى لإكثارها، والمحافظة عليها. ويعد إلمام المحسّن الوراثيّ بطرائق التّكاثر السّائدة عند أنواع الخضار المختلفة أمراً ضرورياً لضمان نجاح عمليّة التّحسين الوراثيّ، واستنباط الأصناف المتفوقة أيضاً.

الفصل الأول

التحسين الوراثي للبندورة Genetic improvement of tomato

تعد البندورة .*Lycopersicun esculentum* L من أهم محاصيل الخضار اقتصادياً وأوسعها انتشاراً في العالم. حيث تزرع في جميع القارات، يزرع منها سنوياً على المستوى العالمي حوالي 3 مليون هكتار يقدر إنتاجها بـ 65 مليون طن.

تقدر المساحة المزروعة بالبندورة في سورية حسب إحصائيات وزارة الزراعة لعام 2020م حوالي 144580 دونم، بلغ إنتاجها 780617 طن، ووصلت الإنتاجية في وحدة المساحة إلى 5496 كغ/د.

التلقيح السائد في البندورة هو التلقيح الذاتي ويمكن أن يحدث التلقيح الخلطي بنسبة تتراوح بين 1 –5 %، وقد ترتفع هذه النسبة حتى 15%.

البندورة من النباتات المحبة للحرارة وهي لا تتحمل الصقيع، ولا تتطلب البندورة فترة ضوئية معينة لتزهر مقارنة بالنباتات الأخرى واحتياج البندورة للضوء غير مرتفع، تلعب الرطوبة دوراً هاماً في نمو نبات البندورة حيث أن الرطوبة الجيدة أساسية للنمو الجيد.

يمكن زراعة البندورة في مختلف أنواع التربة، وأفضل الترب لزراعة البندورة هي التربة الرملية الغنية بالمواد العضوية.

إن الري الغزير والمتكرر للبندورة وخاصة في فترة الإزهار يؤدي إلى تساقط الأزهار، وكذلك فإن نقص الماء يؤدي إلى سقوط الأزهار وعدم انتظام الري يؤدي إلى التعفن القمي للثمار.

زراعة البندورة:

تزرع البندورة بواسطة البذور المنتخبة والمعقمة جيداً على عمق 1 سم ثم تغطى بالتربة وتروى جيداً. تنبت البذور بعد حوالي أسبوع من الزراعة على درجة حرارة من 16 – 18 مْ، وتصبح الشتول جاهزة للزراعة في المكان الدائم خلال 4 – 6 أسابيع.

طريقة الزراعة: يتم تحديد موعد زراعة البذور لإنتاج الشتول، اعتماداً على نوعية الصنف المزروع وظروف المنطقة البيئية. تزرع البذور عادة في شهر شباط ويتم التشتيل في الأرض الدائمة في شهر نيسان.

الزراعة في المشتل:

تزرع البذور في المشتل ابتداءً من شهر شباط في أحواض (1 × 1)م وعلى سطور المسافة بينها 15 سم وتغطى بالنايلون لحمايتها من البرودة، تجرى عليها بعد ذلك عمليات الخدمة المختلفة. تتراوح كمية البذور اللازمة لإنتاج شتول تكفي لزراعة دونم واحد من 75 – 80 غ.

الزراعة في صواني:

تزرع البذور في صواني الإنبات في بداية شهر شباط وهي عبارة عن علب مصنوعة من مادة (ستريوبور) مقسمة إلى حفر دائرية بقطر 4سم وعمق 6سم، ويستخدم في الزراعة خليط من البيتموس والرمل والسماد العضوي بنسبة 1:1:1، حيث يوضع في كل حفرة بذرة واحدة أو بذرتان ثم تضع داخل بيت بلاستيكي صغير ويفضل وضع بذرة واحدة حيث يوفر كثيراً من البذار ويستغنى عن التفريد.

التشتيل في الحقل:

تزرع الشتول بطول 15 – 20 سم في مرحلة الورقة الحقيقية الثالثة أو الرابعة، وتكون أول نورة زهرية قد خرجت ولم تتفتح، أما ثخانة ساق الشتلة فتكون بقطر قلم الرصاص، ومثل هذه الأنواع من الشتول هي المفضلة أثناء الاختيار للحصول على شتول متجانسة في الحقل. وتستبعد كل الشتول المغايرة أثناء التشتيل. تزرع الشتول على خطوط بمسافة 1.5 م بين الخط والآخر، ويبعد النبات عن الآخر 40 سم.

الشروط الواجب مراعاتها لإكثار نبات البندورة وتحسينه وراثياً:

- المحافظة على الخواص النوعية لهذا الصنف باختيار البذور الموثوقة.
- العناية بالري والتسميد والخدمات الزراعية لإطالة فترة النمو والإنتاج.
- زيادة المقاومة للأمراض والحشرات تتم عن طريق عمليات الانتخاب المستمرة أثناء إنتاج بذور هذا الصنف.
- زيادة القدرة على التأقلم مع الظروف البيئية للوسط الجديد، وهذه تتم عن طريق عمليات الانتخاب المستمرة أيضاً.

لذلك تلعب نوعية البذور المخصصة للزراعة وكيفية زراعتها (مباشرة بالبذور، أو عن طريق الشتول) ومستوى العمليات الزراعية دوراً كبيراً في تحديد كمية المحصول ونوعيته. ويفضل أثناء الزراعة لإنتاج البذور استخدام البذور المسجلة والتي يجب أن تكون نظيفة ومطابقة للصنف وتتمتع بخواص إنباتيه عالية.

مسافة العزل: من الضروري تأمين مسافة عزل بين حقول البندورة لا تقل عن 30 م للبذور المعتمدة Certiried Seed ولا تقل عن 50 م للبذور الأساس Foundation Seed.

يتم إنتاج بذور الأساس في مراكز الأبحاث وهي تكون منتجة بالأصل من بذور المربي، وعادة يتم إنتاجها تحت ظروف مناسبة تماماً وتكون ذات نقاوة صنفية لا تقل عن 99%

أما النقاوة الفيزيائية يجب أن ألا تقل عن 98% (خالية من البذور الغريبة) ونسبة إنباتها لا تقل عن 85% وهذه تستخدم في إنتاج البذور المعتمدة التي يتم تسويقها.

عملية التنقية: لابد من العناية بنظافة الصنف من حيث خلوه من النباتات الغريبة لذلك تتم عملية التنقية على أربع مرات وذلك لفحص الحقل ومراقبة الشتول:

الأولى: أثناء النمو الخضري حيث يتم التخلص من النباتات المخالفة في لون الأوراق وشكلها، والنباتات المريضة والمتأخرة في النمو.

الثانية: أثناء الإزهار حيث يتم التخلص من النباتات المخالفة في لون الأزهار وشكلها، والنباتات المريضة.

الثالثة: أثناء الإثمار ويتم التخلص من النباتات المخالفة في لون الثمار وشكلها. ويراعى قلع النباتات المخالفة والتخلص منها خارج الحقل. ويفضل جني الثمار مرتين وتسويقها للمساعدة على النمو الخضري والتخلص من الثمار التي يمكن أن تكون قد لقحت بنباتات غير مرغوبة.

الرابعة: أثناء النضج الحيوي حيث نستبعد الثمار المجروحة والمريضة والمشوهة.

ملاحظة: يحظر رش المركبات التي تساعد على العقد البكري وتكوين ثمار خالية من البذور في حقول إنتاج بذور البندورة.

الحصاد واستخلاص البذور:

تحصد الثمار في طور النضج الأحمر التام بعد 60 يوماً من التلقيح، توضع الثمار في صناديق خاصة وترسل إلى الأماكن المعدة لاستخلاص البذور. يتم الجني على مراحل حتى خمس مرات.

طرق استخلاص بذور البندورة:

1 – إنتاج البذار الهجين يدوياً: وهي تصلح للكميات الصغيرة حيث يتم تقطيع الثمار عرضياً وتعصر ثم تترك البذور والعصير حتى اليوم التالي. فترسب البذور في الأسفل، يتم غسيل البذور بالماء عدة مرات ثم تجفف.

2 – إنتاج البذار الهجين آلياً: تعامل الثمار بالحرارة وذلك باستخدام المياه الساخنة بهدف فصل الغلاف الثمري عن بقية الثمرة واللب، وبالتالي الحصول على العصير مع البذور، حيث يتم فصل البذور فيها وذلك باستخدام آلات خاصة (الغسيل بالماء).

من مساوئ هذه الطريقة لا تقضي على مرض التسوس البكتيري (التقرح الجرثومي) الذي ينتقل عن طريق البذور.

3 – طريقة التخمير: تقطع الثمار وتهرس ثم تمرر تحت ضغط مائي من خلال مناخل ذات ثقوب محددة لفصل الأجزاء الكبيرة من أعناق الثمار والأجزاء الصلبة المقابلة للأعناق. بعد ذلك تترك لمدة 24 ساعة لإتمام عملية التخمر لعصير الثمار والبذور في أوعية كبيرة من المعدن الصلب، مع مراعاة تحريك العصير عدة مرات، ويؤدي التخمر إلى تحلل المادة شبه الجيلاتينية وتترسب البذور في قاع الأوعية، وتفصل بسهولة بوساطة الغسيل بالماء.

وللتخلص من الشعيرات التي تغطي البذور وتحسين مظهرها يتم نقعها في محلول حمض كلور الماء تركيز 1.5 % لفترة وجيزة.

4 – طريقة الأحماض: تعد هذه الطريقة من الطرق الفعالة في استخلاص البذور بسبب كفاءتها العالية والسرعة التي تتم بها مع المحافظة على خصائص البذور لا سيما النوعية منها. وتجري كما يلي:

- يتم غسيل الثمار جيداً بالماء بهدف التخلص من الشوائب التي قد تكون محمولة أو عالقة على الثمار أثناء الجني أو النقل.
- تهرس الثمار ونحصل على عصير البندورة الحاوي على البذور.
- يعامل العصير بإضافة حمض كلور الماء التجاري تركيز 3% بنسبة 1:1، ويحرك العصير والحمض جيداً حتى نحصل على تجانس الخلطة، وخلال 20 – 30 دقيقة من التحريك تنفصل البذور عن اللب.
- يصفى العصير للحصول على البذور التي تغسل جيداً بالماء.

- تنقع البذور في محلول مائي من حمض الخل بتركيز 0.6 – 0.8% لمدة 24 ساعة وفي درجة حرارة 20 مْ بهدف القضاء على المسببات المرضية لا سيما الفطرية منها.
- تجفيف البذور مباشرة بشرط المحافظة على رطوبة لا تقل نسبتها عن 11%.

مزايا الطريقة:

- لا تستغرق أكثر من 30 دقيقة بعد إضافة الحمض للثمار.
- لا تتطلب أوعية كثيرة مقارنة بالتخمير.
- طريقة سهلة ونظيفة وتعطي نسبة أعلى من البذور المستخلصة، لأن بذور البندورة فيها مادة مخاطية لا تزال إلا بحمض كلور الماء HCl.
- تقضي على تلوث البذور بفيروس تبرقش أوراق التبغ.

ومن مساوئ هذه الطريقة أنها لا تفيد في التخلص من مرض التسوس البكتيري.

5 – طريقة استعمال كربونات الصوديوم: تستخدم مع الكميات الصغيرة المنتجة من قبل مربي النبات، تهرس الثمار ثم تخلط مع حجم مماثل من محلول كربونات الصوديوم تركيز 10%، ويترك الخليط لمدة يومين في درجة حرارة الغرفة، ثم تغسل وتصفى في مناخل مناسبة ذات أقطار مناسبة.

تجفيف البذور: تجفف البذور للتخلص من الماء الزائد بوضعها داخل كيس من القماش، أو في جهاز طرد مركزي ثم تنشر على طاولات في أماكن ظليلة ومهواة (تجفيف طبيعي) وبهذه الطريقة تنخفض رطوبة البذور 9 – 10% خلال عدة ساعات، ويفضل تجفيفها ببطء حتى لا تتكمش قصرة البذرة حول الجنين ثم يتم التخلص من الشعيرات المحيطة بالبذور آلياً، إذا لم يتم التخلص منها كيميائياً، وبعد ذلك تتم عملية الغربلة، ثم يجري اختبار إنبات البذور قبل تعبئتها مباشرة. يعطي كل 1 طن ثمار ما يقارب 3 – 7 كغ بذور، وبالتالي فإن الدونم الواحد يعطي 25 – 30 كغ بذور، وذلك حسب كمية الثمار ومحتواها من البذور.

إنتاج بذار البندورة الهجين:

هناك عدة طرق لإنتاج البذار الهجين:

1 – التهجين اليدوي:

يتم إجراء التهجين اليدوي وفق الخطوات التالية:

- يتم اختيار أفضل النباتات نمواً من خطوط الأمهات والخالية من الإصابات المرضية والممثلة للأم تمثيلاً دقيقاً.
- تحدد على النبات الأم براعم زهرية قبل تفتحها بيوم، ويتم خصيها بإزالة المآبر بواسطة الملقط، وبعد ذلك تعزل بقطعة من القطن.
- تعزل أزهار النبات الأب قبل تفتح الأوراق التويجية بقطعة من القطن أيضاً.
- تجرى عملية التهجين في اليوم التالي أو بعد عملية الخصي حيث يكون الميسم مستعداً للتلقيح وذلك بأخذ زهرتين معزولتين من النبات الأب، وتمرير المآبر على مياسم الأزهار المخصية والمعزولة للنبات الأم.
- تعزل الأزهار الملقحة مباشرة باستخدام قطعة صغيرة من القطن تلف برفق حول الزهرة وجزء من عنقها بحيث نضمن عزلاً تاماً للزهرة.
- وضع بطاقة تعريف حول عنق الزهرة مدون عليها أسماء الآباء المستخدمة في العملية وتاريخ التهجين واسم القائم بعملية التهجين.
- مراقبة الأزهار باستمرار خلال مراحل تطورها وحتى وصول الثمار لمرحلة النضج الحيوي.

يعد إنتاج البذار الهجين للبندورة يدوياً عملية مكلفة جداً وذلك لضرورة القيام بعمليات خصي الأزهار يدوياً وفي وقت محدد، ومن ثم القيام بعملية التلقيح، ثم عزل الأزهار الملقحة، وعمليات الخصي والتلقيح هذه تحتاج إلى جهد كبير ودقة عالية لأن أي خلل سيؤدي إلى الحصول على ثمار مشوهة وبالتالي خسارة في كمية البذار الناتج.

2 – استخدام مركبات كيميائية لإحداث العقم الذكري:

يتم زراعة أربع خطوط من سلالة الأمهات مقابل خط واحد من الآباء، ويتم رش خطوط الأمهات بمركب 2,4- D تركيز 20 ملغ/ليتر أو الأثيفون تركيز 400 ملغ/ليتر ثلاث مرات، وذلك لإحداث العقم الذكري للأزهار، ومنع النباتات من تلقيح نفسها.

وتتم الرشة الأولى قبل تفتح الأزهار بأسبوع والثانية بعد أسبوع من الرشة الأولى، والثالثة بعد أسبوع من الرشة الثانية ومما يجدر ذكره أنه يجب إزالة الأزهار المتفتحة، وكذلك الثمار العاقدة في حال وجودها بشكل كامل، مع الإبقاء على البراعم الزهرية غير المتفتحة.

مزايا الطريقة: إن استعمال المواد الكيميائية (مبيدات الأعراس) في إنتاج نباتات عقيمة ذكرياً مناسباً للقيام بعملية الخصي للأزهار وخفض تكاليف إنتاج البذار الهجين، والحصول على أزهار مؤنثة قابلة للتلقيح والتهجين بحبوب لقاح أخرى، دون أن يؤثر ذلك على خصوبة البويضات وحيويتها ويفضل وضع 2 – 3 خلايا نحل لكل دونم. ورش محلول سكري تركيز 1% لجذب حشرات النحل، للمساعدة على التلقيح وتكوين ثمار هجينة في خطوط الأمهات.

3 – استخدام سلالات أمهات ذات عقم ذكري وظيفي:

حيث لا تنفتح المآبر وذلك بزراعة أربع خطوط أمهات ذات عقم ذكري وظيفي مقابل خط واحد آباء، ويفضل رش محلول سكري 1% أثناء إزهار النباتات للمساعدة على جذب حشرات النحل وإجراء عملية التهجين الطبيعي.

مزايا الطريقة: إن استخدام الطرز الوراثية ذات المآبر المغلقة تمنع التلقيح الذاتي وتستغني عن عملية الخصي اليدوي المجهدة والمرهقة.

طرائق التحسين الوراثي للبندورة:

1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection: هو انتخاب عدد كبير من نّباتات البندورة من الحقل بحيث تكون هذه النّباتات متشابهة مظهريّاً.

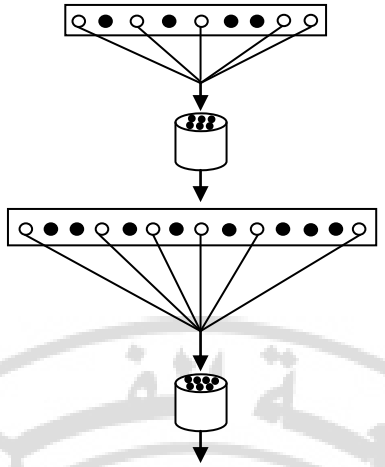
تجنى معاً ثم تخلط بذورها معاً، وتستعمل كبذور للجيل الثّاني. ويتحقّق ذلك في نباتات البندورة عند الوصول إلى مادة نباتيّة منتخبة، تركيبها الوراثيّ متماثل اللواقح بالنّسبة إلى الصفات المرغوبة. وتكرر عملية الانتخاب جيلاً بعد جيل حتى نحصل في النهاية على صنف يكون أقرب ما يكون إلى صفات النموذج المطلوب. وتتم عملية الانتخاب الإجماليّ، وفق المخطط (13):

العام الأول: ننتخب نباتات من المادّة الأوليّة اعتماداً على الصّفات الشكلية، قد يصل عدد النّباتات المنتخبة إلى بضع مئات أو آلاف، وتجمع البذور في وعاء واحد.

العام الثاني: تزرع بذور النّباتات التي حصلنا عليها في العام الماضي في تجارب مقارنة مبدئية، لمقارنتها بالأصناف التجارية المعتمدة بما فيها الصّنف الأصيل الذي انتخبت منه النّباتات في أثناء مراحل نمو هذه النّباتات، تدون بعض الملاحظات على هذه النّباتات من قبل القائم بعملية الانتخاب، مثل: قوّة النمو، وارتفاع النّبات، ومقاومة الآفات، وتحمل البرودة والحرارة، وصفات الجودة وغيرها، ثم تجرى عليها عملية انتخاب، وتجمع البذور في وعاء واحد، وتستمر هذه العملية حتى الوصول إلى مادة متجانسة في معظم الصّفات المرغوبة.

العام الثّالث: يستمرّ إجراء تجارب مقارنة إنتاجية النّباتات، ومقاومة الآفات مع الأصناف الرئيسية إلى السنة السّادسة، للتأكد من تفوق الأصناف الجديدة عليها من ناحية الإنتاج والتأقلم مع البيئة.

العام السّابع: بعد التأكد من تفوق الصّنف الجديد من خلال نتائج تجارب المقارنة بالسنوات السابقة، تبدأ عمليّة توزع البذار على المزارعين، وتستمرّ العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة وغير المرغوبة.



مخطط (13): الانتخاب الإجماليّ

ايجابيات طريقة الانتخاب الإجماليّ:

1. بسيطة، وسهلة.
2. تستخدم على نطاق، واسع من قبل المؤسّسات، والشركات المنتجة للبذور لتخليص الأصناف من الصّفات الرديئة، والحفاظ على الأصناف من التدهور، ممّا يؤدي إلى الحفاظ على النقاوة الصّنفية.

سلبيات هذه الطريقة:

3. لا يمكن معرفة النّباتات المنتخبة هل هي أصيلة أو خليطة وراثياً، فالخليطة ستعطي انعزالات في الجيل التالي، ولا بد من إعادة الانتخاب مرة أخرى.
4. صعوبة تحديد إذا كان تفوق النّباتات عائداً إلى عوامل الوراثة أو عوامل البيئة.

2 – الانتخاب الفردي Individual selection:

تستعمل طريقة الانتخاب الفردي كوسيلة مهمّة لتربية أصناف محسّنة من البندورة، وهي تعد تطبيقاً لنظرية السّلالة النّقيّة التي وضعها العالم Johannsen عام 1926.

مبدأ هذه الطريقة من الانتخاب يعتمد على انتخاب نباتات إفرادياً، ثم إخضاعها لاختبار النّسل ولعدة أجيال، بهدف استبعاد نسل الأفراد (السّلالات) الرديئة، والمنتخبة عن طريق الصّدفة أو الخطأ. ممّا يفسح المجال للتمييز بين الاختلافات الوراثيّة والبيئيّة نظراً لمقارنة مئات السّلالات على مدى عدة أعوام، وفي ظروف بيئية متباينة. وانطلاقاً من ذلك تعرف السّلالة النّقيّة بالنسل الناتج من نبات، واحد أصيل ذاتي التّلقيح.

إنّ النسل الناتج من نبات واحد منتخب من مجموعة من النّباتات ذاتية التّلقيح ينتظر أن يكون متماثلاً، ومشابهاً لهذا النّبات، كما ينتظر أن يتكاثر ويعطي نباتات متماثلة تشبهه تماماً.

وعليه لا توجد فعالية لهذا الانتخاب الفردي إذا كانت الأصناف الذّاتية التّلقيح نقية ومعتنى بها، ويكون فعالاً في الأصناف ذاتية التّلقيح غير النّقيّة والرديئة، أي أن تكون مزيجاً من عدة سلالات بسبب الخلط الميكانيكي أو الوراثيّ. يتم الانتخاب الفردي أو السّلالة النّقيّة كما يأتي:

العام الأول: تنتخب نباتات من المادّة الأوليّة، ويمكن انتخاب عدة مئات من النّباتات تجمع بذور كل نبات في كيس خاص. يتمّ التركيز في هذه المرحلة على صفات مهمّة مثل: التأقلم مع الظروف البيئيّة، الباكورية، والحالة العامّة للصنف.

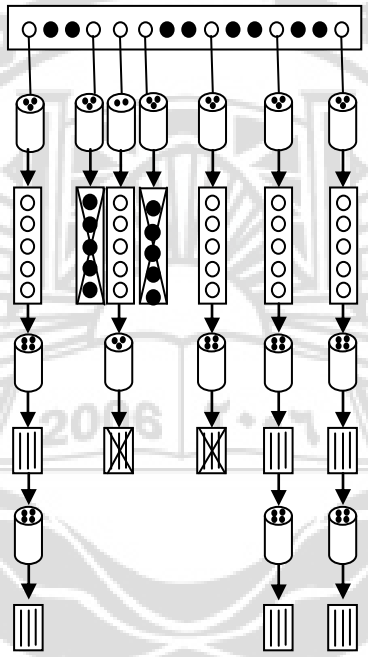
العام الثاني: تزرع بذور كل نبات منتخب على خط مستقل، يتم التركيز على الصّفات الشكلية، وتقارن الخطوط مع بعضها، ثم تستبعد الخطوط التي تظهر فيها صفات رديئة، والباقي تجمع بذور كل خط في وعاء مستقل.

العام الثالث: تزرع بذور كل عائلة في ثلاثة مكررات، يتكوّن كل مكرّر من ثلاثة خطوط، تقارن العائلات مع بعضها، ويتمّ التركيز أيضاً على الصّفات الشكلية، ويستبعد الخطوط الرديئة.

تجمع بذور العائلات المنتخبة في وعاء مستقل في الأعوام (4 – 5 – 6)، تزرع العائلات في ثلاثة مكررات، ويتم التأكد من مدى ملاءمة العائلات للظروف البيئيّة

السّائدة في المنطقة. كما تتمّ مقارنة الإنتاجية من جهة أخرى، وكذلك مقاومتها للأمراض والحشرات.

وفي النهاية يتم تحديد العائلات الأفضل، وعليه إن الصّنف الناتج عن الانتخاب الفردي ينشأ من نبات فردي أصيل تم انتخابه، ثم إكثاره بالتّلقيح الذّاتي، فأعطى نباتات متماثلة ومتشابهة فيما بينها مكوّنة سلالة نقية، تتحول بعد اجتيازها لاختبارات عديدة إلى الصّنف التّجاري الجديد، كما في المخطّط (14).



مخطط (14): الانتخاب الفردي

ميزات الانتخاب الفردي:

أ – معقد ويحتاج إلى جهد كبير مقارنة بالإجماليّ.

ب – يمكّن من دراسة نسل النّباتات المنتخبة، وتحديد الاختلافات الوراثيّة فيها.

ج – لا تولد تراكيب وراثية جديدة، وإنما تعزل التّراكيب الوراثيّة المتفوّقة الموجودة أصلاً في المادّة الوراثيّة.

3 – الانتخاب بطريقة تسجيل النّسب Pedigree method:

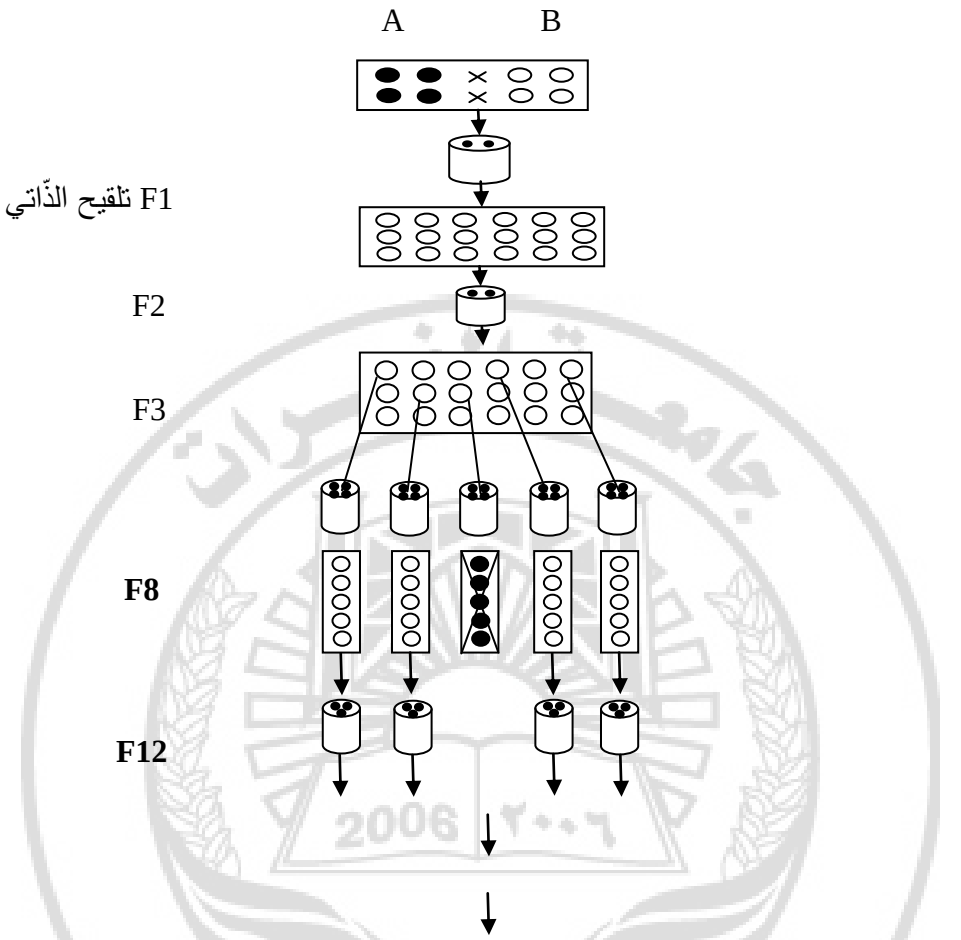
العام الأوّل: نزرع الصّنفين A و B ونقوم بالتّهجين بينهما، ونحصل على البذار الهجين F1.

العام الثّاني: تزرع البذور الهجينة F1 في قطعة أرض، وتترك للتلقيح الذّاتي، ثم تؤخذ البذور.

العام الثّالث: تزرع بذور الجيل الثّاني F2 في قطعة، وتتمّ عملية الانتخاب حيث تنتخب النّباتات ذات الصّفات المرغوبة، وتجمع بذور كلّ نبات في وعاء خاص.

العام الرّابع: تزرع بذور كلّ نبات منتخب F3 في خط (20 – 30 نبات)، ثمّ تنتخب أفضل النّباتات في أفضل الخطوط، وتجمع بذور كل نبات على حده.

العام الخامس: تزرع بذور F4 المنتخبة، ويكرّر نفس العمل كما في العام الرّابع. وهكذا يستمر الانتخاب حتى F7. حيث تصبح غالبية العائلات منتظمة النمو والنباتات متشابهة كثيراً، ويبدأ التركيز على الصّفات الإنتاجيّة حتى الجيل الثاني عشر F12. مخطّط (15).



مخطّط (15): الانتخاب بطريقة تسجيل النّسب

ميزات هذه الطّريقة:

1. تمكّن هذه الطريقة من تتبّع النّباتات، والإحاطة بصفات كلّ منها جيلاً بعد جيل، وبذلك يستطيع انتخاب النّباتات الممتازة، واستبعاد النّباتات غير المرغوبة خلال الأجيال الانعزالية الأولى دون الحاجة إلى الانتظار حتى الأجيال المتأخّرة.
2. يمكن في هذه الطّريقة البدء بعمل تجارب مقارنة المحصول بين السّلالات المختلفة أكثر تبكيراً ممّا في طريقة التّجميع.

3. يمكن القيام بدراسات إضافية على وراثة الصّفات المهمّة المختلفة على جزء من نباتات الجيل الثّاني والجيل الثالث دون أيّ نفقات إضافيّة؛ إذ لا يمكن إجراء ذلك في حالة طريقة التّجميع.
4. تسجيل دقيق للمعلومات التي يتمّ الحصول عليها من النّباتات المنتخبة.
5. تختصر عدد النّباتات من جيل إلى آخر بـ 10% من مجموع النّباتات المزروعة في كلّ جيل.

عيوبها:

- العيب الوحيد هو كثرة ما تتطلّبه من المحسّن الوراثيّ للنباتات من جهد، ووقت، ونفقات؛ إذ أنّها تتطلّب حفظ سجلات نسب لكلّ من النّباتات الفرديّة، ونسلها كلٍ على حدا.

4 – الانتخاب بطريقة التّجميع Bulk method:

العام الأوّل: نزرع الصّنفين A و B، ونقوم بالتّهجين بينهما، ونحصل على البذار الهجين F1.

العام الثّاني: زراعة F1 ، وتترك للتلقيح الذّاتي والحصول على F2.

العام الثّالث: زراعة F2، وتترك للتلقيح الذّاتي والحصول على F3.

العام الرّابع: زراعة F3، وتترك للتلقيح الذّاتي والحصول على F4.

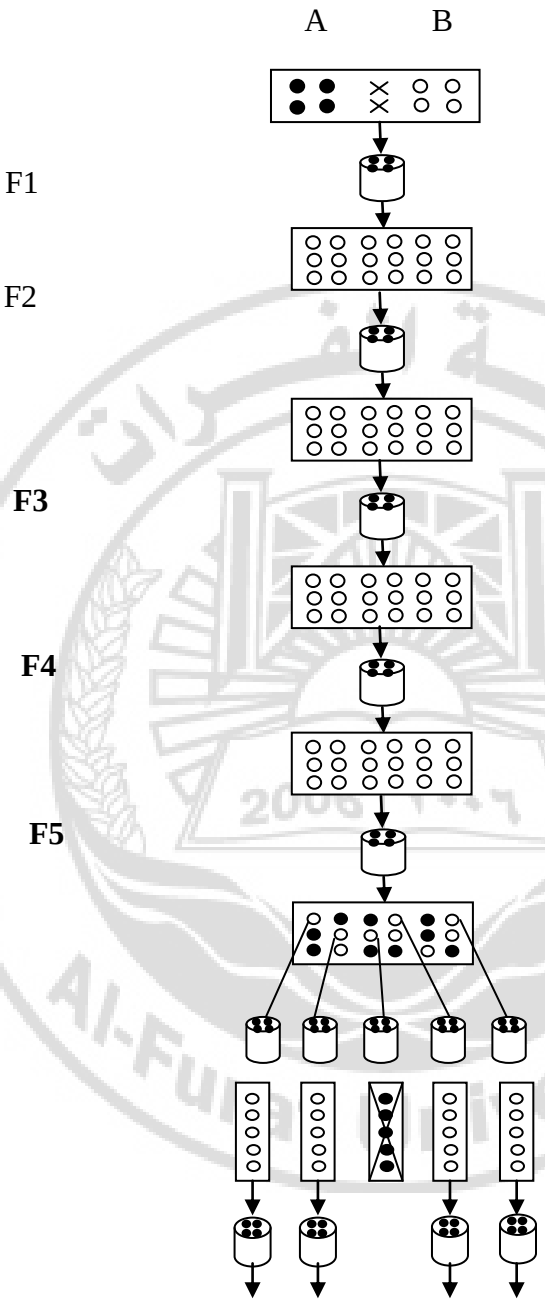
العام الخامس: زراعة F4، وتترك للتلقيح الذّاتي والحصول على F5.

العام السّادس: تزرع بذور F5، وننتخب أفضل النّباتات بعد أن تكون قد وصلت أعداد كبيرة من النّباتات إلى حالة الأصالة الوراثيّة.

العام السّابع: تزرع البذور في خطّ مستقل، وتنتخب الخطوط الأفضل، وتجمع بذورها في وعاء مستقلّ، ثمّ تزرع في العام التّالي.

العام الثّامن: حتّى الثاني عشر مقارنة الإنتاجية F8 – F12.

بعدها يتم إكثار السّلالة المتفوقة، واعتمادها كصنف تجاريّ. مخطّط (16).



مخطّط (16): طريقة التّجميع

مزايا طريقة التّجميع:

- لا تتطلّب مجهوداً كبيراً من المحسّن الوراثيّ للنبات، كما أنّها لا تحتاج إلى حفظ سجلات تفصيليّة عن النّباتات الفرديّة ونسلها خلال هذه المدة.

سلبيّاتها:

- بسبب اعتماد المحسّن الوراثيّ في هذه الطريقة على الانتخاب الطّبيعيّ، وحده فإنّ نسبة كبيرة من النّباتات في الجيل السّادس مثلاً ستكون من طرز لا تتوافر فيها الصّفات المرغوبة جميعها التي ينشدها المربي.

- ثبت من الدّراسات الحديثة أنّه ليس من الضروريّ أن تكون السّلالات المتبقية من الجيل السّادس بعد فترة الانتخاب الطبيعيّ هي أوفر السّلالات محصولاً أو أحسنها صفات، بل إنه كثيراً ما يحدث أن يتلاشى وينقرض عدد من السّلالات المرغوبة في فترة الانتخاب الطّبيعيّ نتيجة لعدم تحمّلها منافسة Competition سلالات أخرى قد لا تكون صفاتها مرغوبة، ولكنها تتّصف بكونها متعديّة Aggressive كائناً ما كانت عوامل ومسبّبات هذه الصّفة في النّباتات.

5 – التّهجين الرّجعيّ Back Cross:

يتمّ اللّجوء إلى طريقة التّهجين الرّجعيّ عند الرغبة بإضافة صفة أو صفتين بسيطتين وراثياً إلى صنف تجاريّ متفوّق في عدد كبير من الصّفات، حيث تجرى سلسلة من التّهجينات الرّجعيّة مع الصّنف المراد تحسينه مع التركيز في أثناء عملية الانتخاب في كلّ جيل على الصّفة أو الصّفتين المرغوب إضافتهما له. وعند انتهاء عمليّات التّهجين الرّجعيّ ستكون المورّثة أو المورّثات المسؤولة عن الصّفات المراد نقلها إلى الصّنف خليطة Hetrozygous بعكس المورثات الأخرى جميعها التي تكون جميعها قد تحوّلت إلى الحالة الأصيلة، لذلك يترك النّسل بعد آخر تهجين ليتلقّح ذاتياً مع الانتخاب لتحويل هذه الصّفات الخليطة إلى أصيلة، وبالنتيجة يتمّ الحصول على صنف جديد يتميّز بصفات الصّنف القديم جميعها. إضافة إلى الصّفة أو الصّفتين اللتين تفوق بهما على

الصّنف القديم، ويسمّى الصّنف التّجاري المراد تحسينه بالأب الرّجعيّ Recurrent parent، أمّا الصّنف الذي سيتمّ الحصول منه على الصّفة أو الصّفتين الممتازتين فيسمى بالأب غير الرّجعيّ Nonrecurrent parent.

إنّ عدد التّهجينات الرّجعيّة الواجب القيام بها يتراوح بين 2 – 8 تهجينات بحسب ما يريده المحسّن الوراثيّ من تركيز صفات الأب الرّجعيّ في الصّنف الجديد.

كما أنّ العمليّة تسير بسهولة إذا كانت الصّفات المراد إضافتها سهلة التمييّز، وبسيطة وراثياً (المسؤول عنها زوج أو زوجان من العوامل الوراثيّة السّائدة). أمّا إذا كانت هذه الصّفات متنحّية فإنّ العمليّة تطول وتتأخّر نظراً لضرورة الانتظار بعد كلّ تلقيح رجعيّ عاماً كاملاً يترك فيه النّسل النّاتج للتلقيح الذّاتي لكي تعطي الفرصة للمورّثات المتنحيّة بالظهور حتى يمكن انتخابها، وإجراء التّهجين الرّجعيّ عليها ثانية. والمثال الآتي يوضّح ذلك:

العام الأوّل: يتمّ التّهجين بين الصّنف التجاري الجّيد (الأب الرّجعيّ A)، والصّنف المراد نقل الصّفة منه إلى الصّنف التجاري (الأب غير الرّجعيّ B).

العام الثّاني: يزرع (10) نباتات من نباتات الجيل الأوّل F1، وتهجن رجعيّاً مع الصّنف التّجاري للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الأوّل BC1.

العام الثّالث: تزرع نباتات الجيل الرّجعيّ الأول وتجري لها عدوى صناعيّة، ثمّ يتمّ تهجين 10 نباتات مقاومة مع الأب الرّجعيّ. للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثاني BC2.

العام الرّابع حتى السّابع: تجرى عدوى صناعيّة لنباتات التّهجين الرّجعيّ، وينتخب حوالي 50 نباتاً مقاوماً، وتهجّن رجعيّاً مع الأب الرّجعيّ.

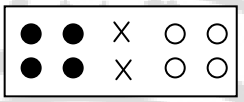
للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثالث BC3 ، BC4 ، BC5 ،.....

العام الثّامن: تجري عدوى صناعيّة، وينتخب حوالي 500 نبات مقاوم، وتترك للتّلقيح الذّاتي.

العام التّاسع: تزرع بذور 500 نبات، كل بذور نبات في خط، وينتخب منها 100 خط أصيلة في صفة المقاومة ونباتاتها متجانسة، وتشبه الأب الرّجعيّ.

العام العاشر: يزرع الصّنف الجديد إلى جانب الصّنف الرّجعيّ للمقارنة والتأكد أن الصّنف الجديد يشبه الأب الرّجعيّ في صفاته جميعها ما عدا المقاومة.

A x B



مقاوم للمرض (الأب غير الرّجعيّ) ↓ غير مقاوم (الأب الرّجعيّ)

F1 AB

(50% من مورثات الأم والأب) F1 X A

↓

75% من مورثات الصّنف الجيد BC1

BC1 X A

↓

87.5 % من مورثات الصّنف الجيد BC2

BC2 X A

↓

93.75% من مورثات الصّنف الجيد BC3

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفصل الثاني

التحسين الوراثي للفليفلة Genetic improvement of pepper

تعتبر الفليفلة .*Capsicum annum* L من أهم محاصيل الخضار على المستوى العالمي، تبلغ المساحة المزروعة بها أكثر من مليون هكتار ويقدر إنتاجها العالمي بين 8 – 10 مليون طن.

تزرع الفليفلة في سورية بشكل واسع وتبلغ المساحة المزروعة بها حسب إحصائيات وزارة الزراعة لعام 2020 م ما يقارب 52370 دونم، والانتاج حوالي 1483.8 كغ/د.

للفليفلة أهمية اقتصادية واستهلاكية كبيرة نظراً لاستهلاك ثمارها بصور وأشكال متعددة، وتعتبر الفليفلة من أكثر محاصيل الخضار احتواءً على العناصر الغذائية بنسب عالية. تتميز ثمار الفليفلة بارتفاع قيمتها الغذائية الناتجة عن الارتفاع الكبير في نسبة فيتامين C بالمقارنة مع الخضار الأخرى، وتحتوي ثمار الفليفلة أيضاً على مجموعة كبيرة من الفيتامينات والمواد الكربوهيدراتية والاملاح.

تعد الفليفلة من النباتات المحبة للحرارة وهي أكثر تطلباً للحرارة من البندورة. يحتاج نبات الفليفلة إلى إضاءة شمسية كافية لينمو ويتطور بالشكل الطبيعي ونباتاته حساسة جداً لنقص الإضاءة في مراحل النمو الأولى.

تتطلب الفليفلة احتياجات عالية من الرطوبة وخاصة رطوبة التربة وذلك لأن المجموع الجذري للفليفلة سطحي الانتشار في التربة وقليل التعمق بالمقارنة مع محاصيل الخضار الأخرى التابعة لنفس الفصيلة.

تحتاج الفليفلة إلى تربة عميقة مفككة غنية بالمواد العضوية ذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة.

زراعة الفليفلة:

تزرع الفليفلة بشكل عام في عروتين أساسيتين:

عروة ربيعية مبكرة: يتم نقل النباتات فيها إلى الأرض الدائمة خلال شهري آذار ونيسان في المناطق الساحلية. وقبل ذلك بفترة تتراوح بين 2 – 3 أشهر تتم زراعة البذور في أكياس بلاستيكية أو أكواب بلاستيكية مملوءة بخلطات غذائية قوامها السماد العضوي المتحلل والتربة الزراعية والرمل.

عروة ربيعية صيفية: تزرع هذه العروة في المناطق الداخلية وخاصة الوسطى والشمالية والجنوبية ثم وادي الفرات والجزيرة، تتم عملية تشتيل النبات في الأرض الدائمة في هذه المناطق بعد زوال خطر الصقيع الربيعي بدءاً من النصف الثاني من شهر نيسان وخلال شهر أيار، وقبل موعد التشتيل بحوالي شهر ونصف تتم زراعة البذور في مراقد أو مساكب على عمق 1.5 – 2 سم.

إنتاج بذار الفليفلة:

يتم إنتاج بذار الفليفلة وفق الخطوات التالية:

مسافة العزل: يجب أن لا تقل مسافة العزل بين حقول الأصناف المختلفة عن 1 كم لحدوث نسبة كبيرة من التلقيح الخلطي عند إنتاج البذور المعتمدة وأن لا تقل عن 1500م عند إنتاج البذور الأساس، وفي حال عدم وجود النشاط الحشري يمكن الاكتفاء بـ 500م فقط.

طريقة الزراعة: تتم الزراعة إما في مشاتل أو في صواني الإنبات.

الزراعة في المشتل: تزرع البذور في المشتل ابتداءً من شهر شباط في أحواض (1 × 1)م وعلى سطور المسافة بينها 15 سم وتغطى بالنايلون لحمايتها من البرودة، تجرى عليها بعد ذلك عمليات الخدمة المختلفة ومنها التفريد حيث تفرد النباتات على مسافة 15 سم بين النبات والآخر، ويتم التخلص من النباتات الضعيفة والمريضة والمتأخرة في الإنبات. تتراوح كمية البذور اللازمة لإنتاج شتول تكفي لزراعة دونم واحد من 100 – 125 غ.

الزراعة في صواني الإنبات: تزرع البذور في صواني الإنبات في بداية شهر شباط ويوضع في كل حفرة بذرة واحدة أو بذرتين، ثم توضع داخل بيت بلاستيكي صغير، وأثناء التفريد يتم التخلص من جميع النباتات المشوهة والمريضة والرفيعة والضعيفة، وكل ما هو غير مطابق للصنف، وعادة يلزم من 20 – 25 غ بذور تعطي شتلات تكفي لزراعة دونم واحد.

التشتيل: تتم عملية التشتيل في بداية شهر نيسان، ويتم اختيار أفضل أنواع الشتول، وتزرع على مسافة 70 سم بين الخطوط و 30 سم بين النبات والآخر.

التنقية: يتم التخلص من النباتات غير المرغوبة وهي النباتات المخالفة للصنف أو المريضة أو الضعيفة، خلال عملية التنقية والتفتيش في حقول إنتاج البذور، ويتم التفتيش أربع مرات وفق الآتي:

الأولى: في مرحلة النمو الخضري تزال النباتات الضعيفة المخالفة في شكل ولون الأوراق والنباتات المصابة بالأمراض.

الثانية: في مرحلة الإزهار يتم استبعاد النباتات المخالفة في لون الأزهار والمواصفات السابقة، والمريضة والضعيفة.

الثالثة: في مرحلة تكوين الثمار يتم استبعاد النباتات السابقة والمخالفة في لون وشكل الثمار في مرحلة النضج والاستهلاك. بعد ذلك يتم قطاف الثمار مرتين لتشجيع النمو الخضري، ولأن هذه الثمار يمكن أن تكون قد لقحت من النباتات غير المرغوبة والمغايرة للصنف.

ملاحظة: يحظر استعمال المركبات التي تساعد على العقد البكري في حقول إنتاج بذور الفليفلة.

الرابعة: في مرحلة النضج الحيوي للثمار حيث تستبعد النباتات المخالفة في لون وشكل الثمار الناضجة، وكذلك تستبعد الثمار المريضة والمشوهة والمجروحة من باقي النباتات.

ومن الجدير بالذكر أنه عند إنتاج بذور الأساس يتم قطع إحدى الثمار عرضياً من كل النباتات، ويتم تذوقها للتأكد من عدم وجود المادة الحريفة في الأصناف الحلوة. وفي جميع الحالات يتم استبعاد النباتات المخالفة بقلعها والتخلص منها خارج الحقل.

الحصاد واستخلاص البذور:

تجمع الثمار وهي حمراء ناضجة، ويجب عدم حصاد الثمار الخضراء. ويتم استخلاص بذور الأصناف الحلوة بتقطيع الثمار آلياً، وفصل البذور بالغسيل بالماء مباشرة وتجفيفها ثم تنظيفها. أما بذور الأصناف الحريفة فتجفف الثمار في الشمس أو في أجهزة خاصة، ثم تفصل البذور يدوياً أو آلياً، ثم تنظف ولكن هذه الطريقة تسبب انزعاجاً شديداً للقائمين عليها لوجود المادة الحريفة. يتراوح إنتاج الدونم الواحد من 15 – 20 كغ بذور للأصناف الحلوة ذات الثمار الكبيرة، ومن 30 – 35 كغ للأصناف الحريفة ذات الثمار الصغيرة.

إنتاج بذار الفليفلة الهجين:

1 – إنتاج البذار الهجين يدوياً: تزرع خطوط الآباء قبل أسبوعين من زراعة خطوط الأمهات، وعند الإزهار تجمع حبوب اللقاح من خطوط الآباء، ويتم خصي أزهار نباتات الأمهات وعزلها، وفي اليوم التالي تتم عملية التهجين اليدوي باستخدام فرشاة ناعمة ثم يعاد عزل الأزهار الملقحة.

2 – استخدام سلالات أمهات ذات عقم ذكري: للاستغناء عن عملية الخصي، تزرع النباتات على خطوط وبمعدل أربعة خطوط أمهات مقابل خط واحد آباء، ويفضل وضع 2 – 3 خلايا نحل، أثناء الإزهار ورش محلول سكري تركيز 1% لجذب الحشرات والمساعدة على التهجين الطبيعي.

3 – استخدام مركبات كيميائية: مثل 2,4 – D والأثيفون لإحداث العقم الذكري والاستغناء عن عملية الخصي اليدوي المكلفة (كما في البندورة).

ومما يجدر ذكره أن التلقيح اليدوي في الفليفلة يختلف عن البندورة فأثناء عملية الخصي يكون الميسم في الفليفلة غير مستعد للتلقيح، وبالتالي تتم عملية الخصي وفي اليوم التالي تتم عملية التهجين والتلقيح.

طرائق التحسين الوراثي للفليفلة:

1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

هو انتخاب عدد كبير من النّباتات من الحقل بحيث تكون هذه النّباتات متشابهة مظهريّاً، تجنى معاً ثم تخلط بذورها معاً، وتستعمل كبذور للجيل الثّاني. ويتحقّق ذلك عند الوصول إلى مادة نباتيّة منتخبة، تركيبها الوراثيّ متماثل اللواقح بالنّسبة إلى الصفات المرغوبة. وتكرر عملية الانتخاب جيلاً بعد جيل حتى نحصل في النهاية على صنف يكون أقرب ما يكون إلى صفات النموذج المطلوب. وتتم عملية الانتخاب الإجماليّ في الفليفلة وفق التالي:

العام الأول: ننتخب نباتات من المادّة الأوليّة اعتماداً على الصّفات الشكلية، قد يصل عدد النّباتات المنتخبة إلى بضع مئات أو آلاف. وتجمع البذور في وعاء واحد.

العام الثاني: تزرع بذور النّباتات التي حصلنا عليها في العام الماضي في تجارب مقارنة مبدئية، لمقارنتها بالأصناف التجارية المعتمدة بما فيها الصّنف الأصيل الذي انتخبت منه النّباتات، في أثناء مراحل نمو هذه النّباتات تدون بعض الملاحظات على هذه النّباتات من قبل القائم بعملية الانتخاب، مثل: قوّة النمو، و ارتفاع النّبات، و مقاومة الآفات، وتحمل البرودة، والحرارة، وصفات الجودة وغيرها، ثم تجرى عليها عملية انتخاب، وتجمع البذور في وعاء واحد، وتستمر هذه العملية حتى الوصول إلى مادة متجانسة في معظم الصّفات المرغوبة.

العام الثّالث: يستمرّ إجراء تجارب مقارنة إنتاجية النّباتات، ومقاومة الآفات مع الأصناف الرئيسية إلى السنة السّادسة، للتأكد من تفوق الأصناف الجديدة عليها، من ناحية الإنتاج والتأقلم مع البيئة. تكرر العملية حتى العام السابع.

العام السّابع: بعد التأكد من تفوق الصّنف الجديد، من خلال نتائج تجارب المقارنة بالسنوات السابقة، تبدأ عمليّة توزع البذار على المزارعين. وتستمرّ العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة، وغير المرغوبة.

تتميز طريقة الانتخاب الإجمالي في الفليفلة بأنها سهلة وبسيطة وتستخدم على نطاق واسع من قبل شركات إنتاج البذور للحفاظ على الأصناف من التدهور. ويعاب عليها عدم معرفة النباتات المنتخبة هل هي أصيلة أو خليطة، وصعوبة تحديد إذا كان تفوق النّباتات عائداً إلى عوامل الوراثة أو عوامل البيئة.

2 – الانتخاب الفردي Individual selection:

مبدأ هذه الطريقة من الانتخاب يعتمد على انتخاب نباتات إفرادياً، ثم إخضاعها لاختبار النّسل ولعدة أجيال، بهدف استبعاد نسل الأفراد (السّلالات) الرديئة، والمنتخبة عن طريق الصّدفة أو الخطأ. ممّا يفسح المجال للتمييز بين الاختلافات الوراثيّة، والبيئيّة نظراً لمقارنة مئات السّلالات على مدى عدة أعوام، وفي ظروف بيئية متباينة. وانطلاقاً من ذلك تعرف السّلالة النّقيّة بالنسل الناتج من نبات واحد أصيل ذاتي التّلقيح.

إنّ النسل الناتج من نبات واحد منتخب من مجموعة من النّباتات ذاتية التّلقيح ينتظر أن يكون متماثلاً، ومشابهاً لهذا النّبات، كما ينتظر أن يتكاثر ويعطي نباتات متماثلة تشبهه تماماً.

وعليه لا توجد فعالية لهذا الانتخاب الفردي إذا كانت الأصناف الذّاتية التّلقيح نقية ومعتنى بها، ويكون فعالاً في الأصناف ذاتية التّلقيح غير النّقيّة والرديئة، أي أن تكون مزيجاً من عدة سلالات بسبب الخلط الميكانيكي أو الوراثيّ. يتم الانتخاب الفردي أو السّلالة النّقيّة كما يأتي:

العام الأول: تنتخب نباتات من المادّة الأوليّة، ويمكن انتخاب عدة مئات من النّباتات تجمع بذور كل نبات في كيس خاص. يتمّ التركيز في هذه المرحلة على صفات مهمّة مثل: التأقلم مع الظروف البيئيّة، الباكورية، والحالة العامّة للصنف.

العام الثاني: تزرع بذور كل نبات منتخب على خط مستقل، يتم التركيز على الصّفات الشكلية، وتقارن الخطوط مع بعضها، ثم تستبعد الخطوط التي تظهر فيها صفات رديئة، والباقي تجمع بذور كل خط في وعاء مستقل.

العام الثالث: تزرع بذور كل عائلة في ثلاثة مكررات، يتكوّن كل مكرّر من ثلاثة خطوط، تقارن العائلات مع بعضها، ويتمّ التركيز أيضاً على الصّفات الشكلية، ويستبعد الخطوط الرديئة.

تجمع بذور العائلات المنتخبة في، وعاء مستقل في الأعوام (4 – 5 – 6)، تزرع العائلات في ثلاثة مكررات، ويتم التأكد من مدى ملاءمة العائلات للظروف البيئيّة السّائدة في المنطقة. كما تتمّ مقارنة الإنتاجية من جهة أخرى، وكذلك مقاومتها للأمراض والحشرات.

وفي النهاية يتم تحديد العائلات الأفضل، وعليه إن الصّنف الناتج عن الانتخاب الفردي ينشأ من نبات فردي أصيل تم انتخابه، ثم إكثاره بالتّلقيح الذّاتي، فأعطى نباتات متماثلة ومتشابهة فيما بينها مكوّنة سلالة نقية، تتحول بعد اجتيازها لاختبارات عديدة إلى الصّنف التّجاري الجديد.

ميزات الانتخاب الفردي:

أ – معقد ويحتاج إلى جهد كبير مقارنة بالإجماليّ.

ب – يمكّن من دراسة نسل النّباتات المنتخبة، وتحديد الاختلافات الوراثيّة فيها.

ج – لا تولد تراكيب وراثية جديدة، وإنما تعزل التّراكيب الوراثيّة المتفوّقة الموجودة أصلاً في المادّة الوراثيّة.

3 – الانتخاب بطريقة تسجيل النّسب Pedigree method:

العام الأوّل: نزرع الصّنفين A و B ونقوم بالتّهجين بينهما، ونحصل على البذار الهجين F1.

العام الثّاني: تزرع البذور الهجينة F1 في قطعة أرض، وتترك للتلقيح الذّاتي، ثم تؤخذ البذور.

العام الثّالث: تزرع بذور الجيل الثّاني F2 في قطعة، وتتمّ عملية الانتخاب حيث تنتخب النّباتات ذات الصّفات المرغوبة، وتجمع بذور كلّ نبات في وعاء خاص.

العام الرّابع: تزرع بذور كلّ نبات منتخب F3 في خط (20 – 30 نبات)، ثمّ تنتخب أفضل النّباتات في أفضل الخطوط، وتجمع بذور كل نبات على حده.

العام الخامس: تزرع بذور F4 المنتخبة، ويكرّر نفس العمل كما في العام الرّابع. وهكذا يستمر الانتخاب حتى F7. حيث تصبح غالبية العائلات منتظمة النمو لنباتات متشابهة كثيراً، ويبدأ التركيز على الصّفات الإنتاجيّة حتى الجيل الثاني عشر F12.

ميزات هذه الطّريقة:

1. تمكّن هذه الطريقة من تتبّع النّباتات، والإحاطة بصفات كلّ منها جيلاً بعد جيل، وبذلك يستطيع انتخاب النّباتات الممتازة، واستبعاد النّباتات غير المرغوبة خلال الأجيال الانعزالية الأولى دون الحاجة إلى الانتظار حتى الأجيال المتأخّرة.
2. يمكن في هذه الطّريقة البدء بعمل تجارب مقارنة المحصول بين السّلالات المختلفة أكثر تبكيراً ممّا في طريقة التّجميع.
3. يمكن القيام بدراسات إضافية على وراثة الصّفات المهمّة المختلفة على جزء من نباتات الجيل الثّاني والجيل الثالث دون أيّ نفقات إضافيّة؛ إذ لا يمكن إجراء ذلك في حالة طريقة التّجميع.
4. تسجيل دقيق للمعلومات التي يتمّ الحصول عليها من النّباتات المنتخبة.
5. تختصر عدد النّباتات من جيل إلى آخر بـ 10% من مجموع النّباتات المزروعة في كلّ جيل.

عيوبها: تتطلب كثيراً من الجهد والوقت والنفقات؛ إذ أنّها تتطلّب حفظ سجلات نسب لكلّ من النّباتات الفرديّة ونسلها كلٍ على حدا.

4 – الانتخاب بطريقة التّجميع Bulk method:

العام الأوّل: زراعة الصّنفين A و B ثم نقوم بالتّهجين بينهما ونحصل على البذار F1.

العام الثّاني: زراعة F1 ، وتترك للتلقيح الذّاتي والحصول على F2.

العام الثّالث: زراعة F2، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F3.

العام الرّابع: زراعة F3، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F4.

العام الخامس: زراعة F4، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F5.

العام السّادس: تزرع بذور F5، وننتخب أفضل النّباتات بعد أن تكون قد وصلت أعداد كبيرة من النّباتات إلى حالة الأصالة الوراثيّة.

العام السّابع: تزرع البذور في خطّ مستقل، وتنتخب الخطوط الأفضل، وتجمع بذورها في، وعاء مستقلّ، ثمّ تزرع في العام التّالي.

العام الثّامن: حتّى الثاني عشر مقارنة الإنتاجية F8 – F12.

بعدها يتم إكثار السّلالة المتفوقة، واعتمادها كصنف تجاريّ. مخطّط ().

مزايا طريقة التّجميع:

- لا تتطلّب مجهوداً كبيراً من المحسّن الوراثيّ للنبات، كما أنّها لا تحتاج إلى حفظ سجلات تفصيليّة عن النّباتات الفرديّة ونسلها خلال هذه المدة.

سلبيّاتها:

- بسبب اعتماد المحسّن الوراثيّ في هذه الطريقة على الانتخاب الطّبيعيّ، وحده فإنّ نسبة كبيرة من النّباتات في الجيل السّادس مثلاً ستكون من طرز لا تتوافر فيها الصّفات المرغوبة جميعها التي ينشدها المربي.

- ثبت من الدّراسات الحديثة أنّه ليس من الضروريّ أن تكون السّلالات المتبقية من الجيل السّادس بعد فترة الانتخاب الطبيعيّ هي أوفر السّلالات محصولاً أو أحسنها صفات، بل إنه كثيراً ما يحدث أن يتلاشى وينقرض عدد من السّلالات المرغوبة في فترة الانتخاب الطّبيعيّ نتيجة لعدم تحمّلها منافسة Competition سلالات أخرى قد لا تكون

صفاتها مرغوبة، ولكنها تتّصف بكونها متعديّة Aggressive كائناً ما كانت عوامل ومسبّبات هذه الصّفة في النّباتات.

5 – التّهجين الرّجعيّ Back Cross:

يتمّ اللّجوء إلى طريقة التّهجين الرّجعيّ عند الرغبة بإضافة صفة أو صفتين بسيطتين وراثياً إلى صنف تجاريّ متفوّق في عدد كبير من الصّفات، حيث تجرى سلسلة من التّهجينات الرّجعيّة مع الصّنف المراد تحسينه مع التركيز في أثناء عملية الانتخاب في كلّ جيل على الصّفة أو الصّفتين المرغوب إضافتهما له. وعند انتهاء عمليّات التّهجين الرّجعيّ ستكون المورّثة أو المورّثات المسؤولة عن الصّفات المراد نقلها إلى الصّنف خليطة Hetrozygous بعكس المورثات الأخرى جميعها التي تكون جميعها قد تحوّلت إلى الحالة الأصيلة، لذلك يترك النّسل بعد آخر تهجين ليتلقّح ذاتياً مع الانتخاب لتحويل هذه الصّفات الخليطة إلى أصيلة، وبالنتيجة يتمّ الحصول على صنف جديد يتميّز بصفات الصّنف القديم جميعها. إضافة إلى الصّفة أو الصّفتين اللتين تفوق بهما على الصّنف القديم، ويسمّى الصّنف التّجاري المراد تحسينه بالأب الرّجعيّ Recurrent parent، أمّا الصّنف الذي سيتمّ الحصول منه على الصّفة أو الصّفتين الممتازتين فيسمى بالأب غير الرّجعيّ Nonrecurrent parent.

إنّ عدد التّهجينات الرّجعيّة الواجب القيام بها يتراوح بين 2 – 8 تهجينات بحسب ما يريده المحسّن الوراثيّ من تركيز صفات الأب الرّجعيّ في الصّنف الجديد.

كما أنّ العمليّة تسير بسهولة إذا كانت الصّفات المراد إضافتها سهلة التميّز، وبسيطة وراثياً (المسؤول عنها زوج أو زوجان من العوامل الوراثيّة السّائدة). أمّا إذا كانت هذه الصّفات متنحّية فإنّ العمليّة تطول وتتأخّر نظراً لضرورة الانتظار بعد كلّ تلقيح رجعيّ عاماً كاملاً يترك فيه النّسل النّاتج للتلقيح الذّاتي لكي تعطي الفرصة للمورّثات المتنحيّة بالظهور حتى يمكن انتخابها، وإجراء التّهجين الرّجعيّ عليها ثانية. والمثال الآتي يوضّح ذلك:

العام الأوّل: يتمّ التّهجين بين الصّنف التجاري الجّيد (الأب الرّجعيّ A)، والصّنف المراد نقل الصّفة منه إلى الصّنف التجاري (الأب غير الرّجعيّ B).

العام الثّاني: يزرع (10) نباتات من نباتات الجيل الأوّل F1، وتهجن رجعيّاً مع الصّنف التّجاري للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الأوّل BC1.

العام الثّالث: تزرع نباتات الجيل الرّجعيّ الأول وتجري لها عدوى صناعيّة، ثمّ يتمّ تهجين 10 نباتات مقاومة مع الأب الرّجعيّ. للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثاني BC2.

العام الرّابع حتى السّابع: تجرى عدوى صناعيّة لنباتات التّهجين الرّجعيّ، وينتخب حوالي 50 نباتاً مقاوماً، وتهجّن رجعيّاً مع الأب الرّجعيّ.

للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثالث BC3 ، BC4 ، BC5 ،.....

العام الثّامن: تجري عدوى صناعيّة، وينتخب حوالي 500 نبات مقاوم، وتترك للتّلقيح الذّاتي.

العام التّاسع: تزرع بذور 500 نبات، كل بذور نبات في خط، وينتخب منها 100 خط أصيلة في صفة المقاومة ونباتاتها متجانسة، وتشبه الأب الرّجعيّ.

العام العاشر: يزرع الصّنف الجديد إلى جانب الصّنف الرّجعيّ للمقارنة والتأكد أن الصّنف الجديد يشبه الأب الرّجعيّ في صفاته جميعها ما عدا المقاومة.

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفصل الثالث

التحسين الوراثي للباذنجان Genetic improvement of eggplant

يعد الباذنجان *Solanum melongena* L. أحد نباتات الخضار الهامة، تنتشر زراعته بشكل واسع في قارة آسيا التي يزرع فيها أكثر من 75 % من المساحة في العالم بأكمله.

يحتل الباذنجان المرتبة الرابعة (بعد البندورة والبطاطا والفليفلة) من حيث انتشار زراعة الفصيلة الباذنجانية على المستوى العالمي.

تقدر المساحة المزروعة بالباذنجان في سورية حسب احصائيات وزارة الزراعة لعام 2020 بـ 95640 دونم بلغ إنتاجها 180002 طن بمعدل إنتاجي لوحدة المساحة قدره 1882.1 كغ/دونم.

تنتشر زراعة الباذنجان في جميع المحافظات السورية بدون استثناء كزراعة مروية فقط وتحتل المنطقة الساحلية المرتبة الأولى من حيث المساحة المزروعة والإنتاج.

الموطن الأصلي للباذنجان هو الهند باستثناء مجموعة واحدة من الباذنجان نشأت في مناطق وسط وجنوب شرق الصين.

للباذنجان أهمية اقتصادية كبيرة نظراً للاستهلاك الواسع لثماره بأشكالها المختلفة، تحتوي ثمار الباذنجان على نسبة عالية من المادة الجافة إضافة إلى المواد الكربوهيدراتية و الفيتامينات والأملاح.

الباذنجان من النباتات المحبة للحرارة والضوء، وهو شديد الحاجة إلى الماء وهذا يعزى إلى معامل النتح المرتفع في الباذنجان وإلى الإنتاجية العالية من الثمار الغضة في وحدة المساحة.

يناسب الباذنجان التربة الخصبة المفككة والعميقة.

زراعة الباذنجان:

يزرع الباذنجان في سورية في ثلاث عروات:

ربيعية مبكرة:

تزرع هذه العروة في المنطقة الساحلية (محافظتي اللاذقية وطرطوس) التي تتميز بربيع معتدل دافئ. تتم زراعة البذور في أكياس بلاستيكية ارتفاعها 15 سم وقطرها 10 سم، تملأ خلطة غذائية مكونة من تربة زراعية + سماد عضوي متحلل + رمل + أسمدة معدنية وفق نسب مختلفة، ويراعى أن تتم زراعة البذور قبل موعد الزراعة في الأرض الدائمة بوقت كافٍ لوصول هذه الشتول إلى الحجم والطول المناسب لنقلها إلى الأرض الدائمة مع العلم أن طول شتول الباذنجان المناسبة للنقل إلى الأرض الدائمة يجب أن يكون بين 20 – 25 سم وقد تشكل على النبات 5 – 7 أوراق حقيقية ويستغرق نبات الباذنجان حوالي 3 – 4 أشهر للوصول إلى هذه المرحلة نظراً لأن نمو الشتول يكون خلال أشهر الشتاء حيث الحرارة غير ملائمة والإضاءة منخفضة.

تتم زراعة النباتات في الأرض الدائمة خلال الأيام الأخيرة من شهر آذار والأيام الأولى من شهر نيسان بعد ارتفاع حرارة التربة وانخفاض احتمال هطول الأمطار لأن حرارة التربة المنخفضة والأمطار الغزيرة تسبب موت نسبة كبيرة من نباتات الباذنجان بعد التشتيل.

تزرع النباتات على خطوط عريضة 70 – 80 سم والبعد بين النبات والآخر بين 40 – 60 سم تبعاً لحجم النمو الخضري للصنف المزروع.

عروة ربيعية صيفية:

تزرع هذه العروة في المناطق الداخلية حيث يتم التشتيل في الأراضي الدائمة بعد زوال خطر الصقيع الربيعي في المناطق الداخلية أي بدءا من النصف الثاني من شهر نيسان وقبل ذلك بحوالي 1.5 – 2 شهر تتم زراعة البذور في مراقد أو مساكب ويعتنى بالشتول بالشتول حتى تصبح جاهزة للتشتيل في الموعد المحدد. وتكون الزراعة على خطوط كما هو الحال في العروة الربيعية المبكرة.

عروة صيفية خريفية:

تزرع هذه العروة في المناطق الوسطى سهول حمص وحماه والجنوبية دمشق ودرعا وكذلك الساحلية والشمالية، ويستخدم جزء كبير من إنتاج هذه العروة لصناعة المكدوس الذي تقوم بتصنيعه معظم الأسر السورية.

تتم زراعة الشتول في الأرض الدائمة خلال أشهر الصيف تموز وآب ويكون الإنتاج خلال أشهر أيلول وتشرين أول. وقبل موعد التشتيل بحوالي شهر تزرع البذور في مراقد أو مساكب ويعتنى بها حتى تصبح جاهزة للتشتيل في الموعد المطلوب.

إنتاج بذور أصناف الباذنجان:

يتم إنتاج بذار أصناف الباذنجان وفق الخطوات التالية:

مسافة العزل: عندما يكون نشاط الحشرات الملقحة قليلاً تكون مسافة العزل 400م، وعندما يكون نشاطها كبيراً تترك مسافة 1000 م بين الأصناف.

طريقة الزراعة: تزرع البذور في المشتل أو في صواني الإنبات، كما في بذور البندورة والفليفلة، وعادةً يلزم 75 – 100غ بذور في المشتل لإنتاج شتول تكفي لزراعة دونم، ومن 20 – 25 غ عند الزراعة في صواني الإنبات.

التشتيل: يتم تشتيل النباتات في شهر نيسان على خطوط المسافة بينها 100 – 150 سم، وبين النبات والآخر 40 سم. ويتم الترقيع بعد 15 يوماً من التشتيل.

التنقية: وتتم عملية التنقية والتفتيش الحقلي للنباتات خلال خمس مراحل للتخلص من النباتات غير المرغوب فيها، وذلك وفق الخطوات التالية:

1 – انتقاء الشتول الجيدة والمتجانسة.

2 – في مرحلة النمو الخضري تزال جميع النباتات المخالفة للصنف في طبيعة النمو ولون الأوراق والمتأخرة النمو والضعيفة والمريضة.

3 – في مرحلة الإزهار يتم التخلص من النباتات المخالفة للصنف في الصفات السابقة وكذلك في صفة وشكل ولون الأزهار ووجود الأشواك على الكأس، كما تستبعد النباتات المريضة والضعيفة.

4 – **مرحلة الإثمار:** يتم إزالة النباتات المخالفة للصنف في شكل ولون الثمار عن بقية النباتات وتحصد الثمار مرة أو مرتين لتشجيع النمو الخضري والتخلص من الثمار التي يمكن أن تكون قد لقحت من النباتات غير المرغوبة.

5 – **مرحلة النضج الحيوي:** يتم إزالة النباتات المخالفة للصنف في شكل ولون الثمار التي يمكن أن نكون قد أغفلناها سابقاً.

الحصاد واستخلاص البذور:

أ – إنتاج البذار يدوياً: تحصد الثمار عند وصولها للنضج الحيوي على دفعات، وينصح بعدم التأخير في قطافها خوفاً من سقوطها على الأرض، وتترك الثمار في مكان ظليل ومهوى لمدة اسبوعين. تقطع الثمار طولياً وبواسطة الإبهام تستخرج البذور بوجود الماء. أحياناً تقطع الثمار لشرائح رقيقة وتنقع بالماء لمدة 10 ساعات، حيث تنفصل البذور عن اللب، وبتكرار الغسيل يتم فصل البذور التي تنظف وتجفف وتعقم بمبيدات حشرية وفطرية.

ب – إنتاج البذار آلياً: عند وجود كميات كبيرة من الثمار تستخلص البذور آلياً، حيث تقطع الثمار وتهرس، ثم تفصل البذور عن اللب بالغسيل بالماء، ثم تجفف البذور وتنظف وتعقم حشرياً وفطرياً. يعطي الدونم الواحد 50 – 75 كغ بذور وتعطي الثمرة الواحدة من الباذنجان 8 – 10 غ.

إنتاج بذار الباذنجان الهجين:

1 – يدوياً: تزرع السلالات الآباء قبل أسبوعين من زراعة سلالات الأمهات وقبل تفتح الأزهار اليوم التالي تتم عملية التهجين اليدوي باستخدام فرشاة ناعمة أو بإمرار مآبر أزهار آباء على مياسم أزهار الأمهات ثم يعاد عزل الأزهار الملقحة من جديد.

2 – استخدام سلالات عقيمة الذكر: يتم زراعة أربع خطوط من هذه السلالات كأمهات مقابل خط واحد من الآباء. إن استخدام سلالات عقيمة الذكر يخلصنا من عملية الخصي المرهقة وجميع الثمار المتكونة في خطوط الأمهات هي ثمار هجينة.

3– استخدام مركبات كيميائية: لإحداث العقم الذكري للتخلص من عملية خصي الأزهار المجهدة والمكلفة دون التأثير على المبايض وذلك بالرش بمحلول 2,4 – D تركيز 20 ملغ/ليتر أو بمركب الإيثيفون تركيز 400 ملغ/ليتر. ويراعى في الطريقتين السابقتين رش محلول سكري تركيز 1% ووضع خلايا النحل لإتمام عملية التلقيح والتهجين.

طرائق التحسين الوراثي للباذنجان:

1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

كما في البندورة والفليفلة يتم انتخاب عدد كبير من النّباتات من الحقل بحيث تكون هذه النّباتات متشابهة مظهريّاً، تجنى معاً ثم تخلط بذورها معاً، وتستعمل كبذور للجيل الثّاني. ويتحقّق ذلك عند الوصول إلى مادة نباتيّة منتخبة، تركيبها الوراثيّ متماثل اللواقح بالنّسبة إلى الصفات المرغوبة. وتكرر عملية الانتخاب جيلاً بعد جيل حتى نحصل في النهاية على صنف يكون أقرب ما يكون إلى صفات النموذج المطلوب. وتتم عملية الانتخاب الإجماليّ في الباذنجان وفق التالي:

العام الأول: ننتخب نباتات من المادّة الأوليّة اعتماداً على الصّفات الشكلية، قد يصل عدد النّباتات المنتخبة إلى بضع مئات أو آلاف وتجمع البذور في وعاء واحد.

العام الثاني: تزرع بذور النّباتات التي حصلنا عليها في العام الماضي في تجارب مقارنة مبدئية، لمقارنتها بالأصناف التجارية المعتمدة بما فيها الصّنف الأصيل الذي انتخبت منه النّباتات، في أثناء مراحل نمو هذه النّباتات تدون بعض الملاحظات على هذه النّباتات من قبل القائم بعملية الانتخاب، مثل: قوّة النمو، و ارتفاع النّبات، و مقاومة الآفات، وتحمل البرودة، والحرارة، وصفات الجودة وغيرها، ثم تجرى عليها عملية انتخاب، وتجمع

البذور في وعاء واحد، وتستمر هذه العملية حتى الوصول إلى مادة متجانسة في معظم الصّفات المرغوبة.

العام الثّالث: يستمرّ إجراء تجارب مقارنة إنتاجية النّباتات، ومقاومة الآفات مع الأصناف الرئيسية إلى السنة السّادسة، للتأكد من تفوق الأصناف الجديدة عليها من ناحية الإنتاج والتأقلم مع البيئة.

العام السّابع: بعد التأكد من تفوق الصّنف الجديد، من خلال نتائج تجارب المقارنة بالسنوات السابقة، تبدأ عمليّة توزع البذار على المزارعين. وتستمرّ العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة، وغير المرغوبة.

تتميز طريقة الانتخاب الإجمالي في الباذنجان بأنها سهلة وبسيطة وتستخدم على نطاق واسع من قبل شركات إنتاج البذور للحفاظ على الأصناف من التدهور. ويعاب عليها عدم معرفة النباتات المنتخبة هل هي أصيلة أو خليطة، وصعوبة تحديد إذا كان تفوق النّباتات عائداً إلى عوامل الوراثة أو عوامل البيئة

2 – الانتخاب الفردي Individual selection:

مبدأ هذه الطريقة من الانتخاب يعتمد على انتخاب نباتات إفرادياً، ثم إخضاعها لاختبار النّسل ولعدة أجيال، بهدف استبعاد نسل الأفراد (السّلالات) الرديئة، والمنتخبة عن طريق الصّدفة أو الخطأ. ممّا يفسح المجال للتمييز بين الاختلافات الوراثيّة، والبيئيّة نظراً لمقارنة مئات السّلالات على مدى عدة أعوام، وفي ظروف بيئية متباينة. وانطلاقاً من ذلك تعرف السّلالة النّقيّة بالنسل الناتج من نبات واحد أصيل ذاتي التّلقيح.

إنّ النسل الناتج من نبات واحد منتخب من مجموعة من النّباتات ذاتية التّلقيح ينتظر أن يكون متماثلاً، ومشابهاً لهذا النّبات، كما ينتظر أن يتكاثر ويعطي نباتات متماثلة تشبهه تماماً.

وعليه لا توجد فعالية لهذا الانتخاب الفردي إذا كانت الأصناف الذّاتية التّلقيح نقية ومعتنى بها، ويكون فعالاً في الأصناف ذاتية التّلقيح غير النّقيّة والرديئة، أي أن تكون

مزيجاً من عدة سلالات بسبب الخلط الميكانيكي أو الوراثيّ. يتم الانتخاب الفردي أو السّلالة النّقيّة كما يأتي:

العام الأول: تنتخب نباتات من المادّة الأوليّة، ويمكن انتخاب عدة مئات من النّباتات تجمع بذور كل نبات في كيس خاص. يتمّ التركيز في هذه المرحلة على صفات مهمّة مثل: التأقلم مع الظروف البيئيّة، الباكورية، والحالة العامّة للصنف.

العام الثاني: تزرع بذور كل نبات منتخب على خط مستقل، يتم التركيز على الصّفات الشكلية، وتقارن الخطوط مع بعضها، ثم تستبعد الخطوط التي تظهر فيها صفات رديئة، والباقي تجمع بذور كل خط في وعاء مستقل.

العام الثالث: تزرع بذور كل عائلة في ثلاثة مكررات، يتكوّن كل مكرّر من ثلاثة خطوط، تقارن العائلات مع بعضها، ويتمّ التركيز أيضاً على الصّفات الشكلية، ويستبعد الخطوط الرديئة.

تجمع بذور العائلات المنتخبة في، وعاء مستقل في الأعوام (4 – 5 – 6)، تزرع العائلات في ثلاثة مكررات، ويتم التأكد من مدى ملاءمة العائلات للظروف البيئيّة السّائدة في المنطقة. كما تتمّ مقارنة الإنتاجية من جهة أخرى، وكذلك مقاومتها للأمراض والحشرات.

وفي النهاية يتم تحديد العائلات الأفضل، وعليه إن الصّنف الناتج عن الانتخاب الفردي ينشأ من نبات فردي أصيل تم انتخابه، ثم إكثاره بالتّلقيح الذّاتي، فأعطى نباتات متماثلة ومتشابهة فيما بينها مكوّنة سلالة نقية، تتحول بعد اجتيازها لاختبارات عديدة إلى الصّنف التّجاري الجديد.

ميزات الانتخاب الفردي:

أ – معقد ويحتاج إلى جهد كبير مقارنة بالإجماليّ.

ب – يمكّن من دراسة نسل النّباتات المنتخبة، وتحديد الاختلافات الوراثيّة فيها.

ج – لا تولد تراكيب وراثية جديدة، وإنما تعزل التّراكيب الوراثيّة المتفوّقة الموجودة أصلاً في المادّة الوراثيّة.

3 – الانتخاب بطريقة تسجيل النّسب Pedigree method:

العام الأوّل: نزرع الصّنفين A و B ونقوم بالتّهجين بينهما، ونحصل على البذار الهجين F1.

العام الثّاني: تزرع البذور الهجينة F1 في قطعة أرض، وتترك للتلقيح الذّاتي، ثم تؤخذ البذور.

العام الثّالث: تزرع بذور الجيل الثّاني F2 في قطعة، وتتمّ عملية الانتخاب حيث تنتخب النّباتات ذات الصّفات المرغوبة، وتجمع بذور كلّ نبات في وعاء خاص.

العام الرّابع: تزرع بذور كلّ نبات منتخب F3 في خط (20 – 30 نبات)، ثمّ تنتخب أفضل النّباتات في أفضل الخطوط، وتجمع بذور كل نبات على حده.

العام الخامس: تزرع بذور F4 المنتخبة، ويكرّر نفس العمل كما في العام الرّابع. وهكذا يستمر الانتخاب حتى F7. حيث تصبح غالبية العائلات منتظمة النمو لنباتات متشابهة كثيراً، ويبدأ التركيز على الصّفات الإنتاجيّة حتى الجيل الثاني عشر F12.

ميزات هذه الطّريقة:

A. تمكّن هذه الطريقة من تتبّع النّباتات، والإحاطة بصفات كلّ منها جيلاً بعد جيل، وبذلك يستطيع انتخاب النّباتات الممتازة، واستبعاد النّباتات غير المرغوبة خلال الأجيال الانعزالية الأولى دون الحاجة إلى الانتظار حتى الأجيال المتأخّرة.

B. يمكن في هذه الطّريقة البدء بعمل تجارب مقارنة المحصول بين السّلالات المختلفة أكثر تبكيراً ممّا في طريقة التّجميع.

C. يمكن القيام بدراسات إضافية على وراثة الصّفات المهمّة المختلفة على جزء من نباتات الجيل الثّاني والجيل الثالث دون أيّ نفقات إضافيّة؛ إذ لا يمكن إجراء ذلك في حالة طريقة التّجميع.

D. تسجيل دقيق للمعلومات التي يتمّ الحصول عليها من النّباتات المنتخبة.

E. تختصر عدد النّباتات من جيل إلى آخر بـ 10% من مجموع النّباتات المزروعة في كلّ جيل.

عيوبها:

كثرة ما تتطلّبه من المحسّن الوراثيّ للنباتات من جهد، ووقت، ونفقات؛ إذ أنّها تتطلّب حفظ سجلات نسب لكلّ من النّباتات الفرديّة، ونسلها كلٍ على حدا.

4 – الانتخاب بطريقة التّجميع Bulk method:

العام الأوّل: نزرع الصّنفين A و B، ونقوم بالتّهجين بينهما، ونحصل على البذار الهجين F1.

العام الثّاني: زراعة F1 ، وتترك للتلقيح الذّاتي والحصول على F2.

العام الثّالث: زراعة F2، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F3.

العام الرّابع: زراعة F3، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F4.

العام الخامس: زراعة F4، وتترك للتلقيح الذّاتي، والحصول على F5.

العام السّادس: تزرع بذور F5، وننتخب أفضل النّباتات بعد أن تكون قد وصلت أعداد كبيرة من النّباتات إلى حالة الأصالة الوراثيّة.

العام السّابع: تزرع البذور في خطّ مستقل، وتنتخب الخطوط الأفضل، وتجمع بذورها في، وعاء مستقلّ، ثمّ تزرع في العام التّالي.

العام الثّامن: حتّى الثاني عشر مقارنة الإنتاجية F8 – F12.

بعدها يتم إكثار السّلالة المتفوقة، واعتمادها كصنف تجاريّ. مخطّط (9).

مزايا طريقة التّجميع:

لا تتطلّب مجهوداً كبيراً من المحسّن الوراثيّ للنبات، كما أنّها لا تحتاج إلى حفظ سجلات تفصيليّة عن النّباتات الفرديّة ونسلها خلال هذه المدة.

سلبيّاتها:

- بسبب اعتماد المحسّن الوراثيّ في هذه الطريقة على الانتخاب الطّبيعيّ، وحده فإنّ نسبة كبيرة من النّباتات في الجيل السّادس مثلاً ستكون من طرز لا تتوافر فيها الصّفات المرغوبة جميعها التي ينشدها المربي.

- ثبت من الدّراسات الحديثة أنّه ليس من الضروريّ أن تكون السّلالات المتبقية من الجيل السّادس بعد فترة الانتخاب الطبيعيّ هي أوفر السّلالات محصولاً أو أحسنها صفات، بل إنه كثيراً ما يحدث أن يتلاشى وينقرض عدد من السّلالات المرغوبة في فترة الانتخاب الطّبيعيّ نتيجة لعدم تحمّلها منافسة Competition سلالات أخرى قد لا تكون صفاتها مرغوبة، ولكنها تتّصف بكونها متعديّة Aggressive كائناً ما كانت عوامل ومسبّبات هذه الصّفة في النّباتات.

5 – التّهجين الرّجعيّ Back Cross:

يتمّ اللّجوء إلى طريقة التّهجين الرّجعيّ عند الرغبة بإضافة صفة أو صفتين بسيطتين وراثياً إلى صنف تجاريّ متفوّق في عدد كبير من الصّفات، حيث تجرى سلسلة من التّهجينات الرّجعيّة مع الصّنف المراد تحسينه مع التركيز في أثناء عملية الانتخاب في كلّ جيل على الصّفة أو الصّفتين المرغوب إضافتهما له. وعند انتهاء عمليّات التّهجين الرّجعيّ ستكون المورّثة أو المورّثات المسؤولة عن الصّفات المراد نقلها إلى الصّنف خليطة Hetrozygous بعكس المورثات الأخرى جميعها التي تكون جميعها قد تحوّلت إلى الحالة الأصيلة، لذلك يترك النّسل بعد آخر تهجين ليتلقّح ذاتياً مع الانتخاب لتحويل هذه الصّفات الخليطة إلى أصيلة، وبالنتيجة يتمّ الحصول على صنف جديد يتميّز بصفات الصّنف القديم جميعها. إضافة إلى الصّفة أو الصّفتين اللتين تفوق بهما على الصّنف القديم، ويسمّى الصّنف التّجاري المراد تحسينه بالأب الرّجعيّ Recurrent parent، أمّا الصّنف الذي سيتمّ الحصول منه على الصّفة أو الصّفتين الممتازتين فيسمى بالأب غير الرّجعيّ Nonrecurrent parent.

إنّ عدد التّهجينات الرّجعيّة الواجب القيام بها يتراوح بين 2 – 8 تهجينات بحسب ما يريده المحسّن الوراثيّ من تركيز صفات الأب الرّجعيّ في الصّنف الجديد.

كما أنّ العمليّة تسير بسهولة إذا كانت الصّفات المراد إضافتها سهلة التميّز، وبسيطة وراثياً (المسؤول عنها زوج أو زوجان من العوامل الوراثيّة السّائدة). أمّا إذا كانت هذه الصّفات متنحّية فإنّ العمليّة تطول وتتأخّر نظراً لضرورة الانتظار بعد كلّ تلقيح رجعيّ عاماً كاملاً يترك فيه النّسل النّاتج للتلقيح الذّاتي لكي تعطي الفرصة للمورّثات المتنحيّة بالظهور حتى يمكن انتخابها، وإجراء التّهجين الرّجعيّ عليها ثانية. والمثال الآتي يوضّح ذلك:

العام الأوّل: يتمّ التّهجين بين الصّنف التجاري الجّيد (الأب الرّجعيّ A)، والصّنف المراد نقل الصّفة منه إلى الصّنف التجاري (الأب غير الرّجعيّ B).

العام الثّاني: يزرع (10) نباتات من نباتات الجيل الأوّل F1، وتهجن رجعيّاً مع الصّنف التّجاري للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الأوّل BC1.

العام الثّالث: تزرع نباتات الجيل الرّجعيّ الأول وتجري لها عدوى صناعيّة، ثمّ يتمّ تهجين 10 نباتات مقاومة مع الأب الرّجعيّ. للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثاني BC2.

العام الرّابع حتى السّابع: تجرى عدوى صناعيّة لنباتات التّهجين الرّجعيّ، وينتخب حوالي 50 نباتاً مقاوماً، وتهجّن رجعيّاً مع الأب الرّجعيّ.

للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثالث BC3 ، BC4 ، BC5 ،.....

العام الثّامن: تجري عدوى صناعيّة، وينتخب حوالي 500 نبات مقاوم، وتترك للتّلقيح الذّاتي.

العام التّاسع: تزرع بذور 500 نبات، كل بذور نبات في خط، وينتخب منها 100 خط أصيلة في صفة المقاومة ونباتاتها متجانسة، وتشبه الأب الرّجعيّ.

العام العاشر: يزرع الصّنف الجديد إلى جانب الصّنف الرّجعيّ للمقارنة والتأكد أن الصّنف الجديد يشبه الأب الرّجعيّ في صفاته جميعها ما عدا المقاومة.

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفصل الرابع

التحسين الوراثي للبطاطا Genetic improvement of potato

تعد البطاطا *Solanum tuberosum* L. من أهم محاصيل الخضار على المستوى العالمي حيث تزرع في مساحات تتراوح بين 150 إلى 200 مليون دونم سنوياً، وتنتشر زراعتها في جميع القارات وبخاصة أمريكا وأوروبا. كثير من دول العالم تصنف البطاطا ضمن محاصيل الخضار ولكن دولاً أخرى تعتبرها أحد المحاصيل الحقلية وبعض الدول تعتبر البطاطا الربيعية ضمن الخضار والبطاطا الصيفية التي تزرع بشكل واسع ضمن المحاصيل الحقلية. وفي سورية تعتبر البطاطا ضمن الخضار.

تشير إحصائيات وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي لعام 2020 أن المساحة المزروعة بالبطاطا في مختلف العروات قد بلغت 27489 هكتار، وبلغ إنتاجها 647319 طن وكانت الغلة 23548 طن/هـ.

تزرع نباتات البطاطا للحصول على الدرنات التي تشكل الجزء النباتي الذي يتم تخزين الغذاء فيه وبما أن الدرنة ساق وليست ثمرة فإن آلية تخزين الغذاء فيها تختلف عن التخزين في ثمار الخضار الأخرى. فالدرنة نسيج خضري ناتج عن التكاثر الخضري اللاجنسي وبالتالي فإن مكوناتها مختلفة عن مكونات ثمار الخضار الناتجة عن التلقيح والإخصاب.

تستخدم الدرنات في غذاء الإنسان باشكال مختلفة منها الطبخ والسلق والقلي وقد تدخل كمادة خام في الصناعة كصناعة الشيبس – صناعة النشا – واستخراج الدقيق وكذلك التخمير للحصول على الكحول – استخراج بعض الأحماض العضوية (حمض الستريك وحمض اللاكتيك).

الموطن الأصلي للبطاطا هو القارة الأمريكية وعلى الأخص مناطق بوليفيا وبيرو وتشيلي والمكسيك من أمريكا الجنوبية والوسطى حيث توجد هناك أشكال برية من البطاطا درناتها

صغيرة الحجم وطعمها مر وتتميز بمقاومة عالية للأمراض. نقلت البطاطا من أمريكا إلى أوروبا بواسطة مكتشفي أمريكا الأوائل من الأوروبيون ومن أوروبا الغربية انتقلت البطاطا إلى أمريكا الشمالية بواسطة المهاجرين من الجزر البريطانية.

موعد الزراعة:

إن تحديد الموعد الأمثل للزراعة مرهون بالظروف البيئية السائدة في المنطقة، وعادة يتحدد الموعد الأمثل بموعد حدوث الصقيع (الهروب منه بالتبكير في الزراعة للعروة الخريفية)، بدرجات الحرارة السائدة (مراعاة أن يكون المعدل الحراري للشهر الثاني بعد الزراعة بحدود 15 – 18 مْ ، لتشجيع تكوين الدرنات). وتزرع البطاطا في بلادنا في ثلاث عروات وهي:

- **العروة الربيعية:** تتم زراعة البطاطا في هذه العروة من منتصف شباط حتى منتصف آذار ويتم قلع المحصول من أواخر أيار وحتى تموز.
- **العروة الصيفية:** تتم فيها الزراعة خلال شهر نيسان حتى أوائل أيار، أما جمع المحصول فيتم ابتداءاً من أواخر أيلول.
- **العروة الخريفية:** تتم فيها الزراعة خلال الفترة الواقعة بين منتصف تموز ومنتصف آب، وتقلع الدرنات في أواخر تشرين الثاني حتى أوائل كانون الأول.

طريقة الزراعة:

في البداية تتم تسوية الأرض وإزالة بقايا المحاصيل السابقة والأعشاب المعمرة وإزالة الكدر، ثم تتم حراثة الأرض فلاحتين متعامدتين وعلى عمق 30 سم. وقبل الحراثة الأخيرة تضاف الأسمدة العضوية والأساسية (الفوسفات والبوتاس) ثم تخطط الأرض حسب المسافات المرغوبة (75 سم) في الغالب.

ويفضل الزراعة على خطوط في الأراضي ذات المستوى المائي المرتفع وكثيرة الأمطار، وعلى سطور في الأراضي ذات المستوى المائي المنخفض. وتتم زراعة محصول البطاطا بعدة طرائق:

أ – الزراعة على خطوط:

وتتم زراعة الدرنات، باليد مع توجيه براعم الدرنات نحو الأعلى أو تلقيطاً خلف المحراث حيث يسير المحراث فاتحاً الخط، ويقوم عامل بتلقيط الدرنات، وتوجيه الدرنات (البراعم نحو الأعلى) بواسطة عامل آخر، ثم يفتح الخط الثاني ليغطي الدرنات وهكذا. وقد تتم الزراعة آلياً.

ب – الزراعة على سطور:

حيث تزرع الدرنات في حفر مع توجيه البراعم للأعلى وتطمر بالتراب ثم تحضن لاحقاً خلال عمليات الحراثة، وتصبح النباتات وكأنها مزروعة على خطوط.

وفي جميع الأحوال، تكون المسافات بين الخطوط أو السطور بحدود 75 سم، وبين النبات والآخر بحدود 25–35 سم. أما عمق الزراعة فيتراوح بين 10–15 سم، لأن الزراعة السطحية تعرض الدرنات المزروعة للجفاف وزيادة الدرنات المشوهة والمشققة والإصابة بالأمراض وتعرض الدرنات للصقيع (العروة الخريفية). أما الزراعة العميقة فتؤدي إلى تأخير ظهور البادرات، وتأخير تكوين الدرنات، وتعفن الدرنات غالباً، وتعرضها للصقيع قبل الحصول على مردود اقتصادي (العروة الخريفية).

ويمكن زراعة البطاطا عفيراً، أي بدون السقاية المسبقة للتربة، على أن تتم الرية الأولى مباشرة بعد الزراعة (عروة ربيعية، عروة صيفية) . ولكن في العروة الخريفية لا يجوز اتباع هذا النمط من الزراعة (زراعة العفير) لأن التربة الجافة تؤدي إلى ارتفاع الحرارة، وبالتالي تعفن الدرنات وخاصة المقطعة منها. لذلك تسقى التربة قبل الزراعة، وتزرع البطاطا حين انخفاض الرطوبة إلى 50% من السعة الحقلية وفي هذه الحالة لا تتم سقاية الحقل لحين الإنبات (ثلاث أسابيع)، وقد يروى الحقل قبل تمام الإنبات في الجو الحار.

كمية البذار (الدرنات):

تتوقف كمية البذار على عوامل كثيرة، حجم درنات البطاطا المستخدمة وعدد العيون فيها، وكثافة الزراعة، واستخدام درنات كاملة أو مقطعة. ويفضل استخدام الدرنات التي تراوح

وزنها بين 50 – 80 غرام، ويتراوح قطرها بين 4 – 5 سم. في حالة استخدام الدرنات الكاملة يلزم الدونم الواحد حوالي 300 كغ من الدرنات. أما في حالة تقطيع الدرنات ، فيزيد قطر الدرنة المستخدمة على 6 سم، وتبلغ كمية البذار اللازم للدونم حوالي 200 كغ من الدرنات.

طور السكون Dormancy phase:

وهي الفترة الزمنية التي تفقد فيها الدرنات قدرتها على الإنبات حتى لو توافرت الظروف المناسبة لذلك، وتدخل الدرنات في هذه الطور بعد نضجها. ويتم تجنب زراعة الدرنات وهي في هذا الطور، لعدم إنبات الدرنات وتعفنها في التربة. كذلك يمنع هذا الطور استعمال درنات المحصول الصيفي مثلاً في المحصول الربيعي، أو زراعة الدرنات في العروات المتتالية ويتأثر هذا الطور بالعوامل التالية:

1 – **الصنف:** بعض أصناف البطاطا لها القدرة على الإنبات بعد القلع والحصاد مباشرة، واصناف ثانية بعد فترة وجيزة من القلع، بينما الأصناف الأخرى تحتاج لفترة سكون طويلة ومحددة. وبشكل عام يمكن أن تتراوح هذه الفترة من 1 – 3 أشهر حسب الصنف. وتكون فترة السكون غالباً في الأصناف المبكرة.

2 – **حجم الدرنة:** تزيد فترة السكون في الدرنات الصغيرة عن الدرنات الكبيرة (العمر نفسه) إذ تؤدي المواد الغذائية المتوضعة بكمية زائدة في الدرنات الكبيرة إلى تخفيف المادة المثبطة والمسببة للسكون.

3 – **درجة النضج:** تكون فترة سكون الدرنات الكاملة النضج أقصر من تلك التي تحصد في طور غير تام النضج.

4 – **إصابة الدرنات:** درنات البطاطا المصابة بالأمراض والمتضررة ميكانيكياً تكون فترة سكونها قصيرة مقارنة بالدرنات السليمة.

5 – **الظروف السائدة أثناء النمو:** يؤدي ارتفاع الحرارة والجو الجاف قبل الحصاد إلى تأخير فترة السكون، وأيضاً قد تؤدي زيادة الرطوبة الأرضية مع ارتفاع درجة الحرارة إلى

كسر طور السكون في الدرنات وهي في التربة قبل الحصاد. ولقد تضاربت الآراء بشأن الاعتقاد بأن فترة السكون تكون أقصر في الدرنا المتكونة في النهار القصير.

6 – **الظروف السائدة أثناء التخزين:** من أهم العوامل المتعلقة بالمخازن التي تؤثر في طور السكون.

7 – **حرارة التخزين:** توجد علاقة عكسية بين درجة حرارة التخزين وطول فترة السكون. حيث تقصر فترة السكون مع ارتفاع درجة حرارة التخزين.

8 – **الرطوبة النسبية:** تقصر فترة السكون عند ارتفاع الرطوبة النسبية في هواء المخزن.

9 – **الضوء:** تتضارب الأفكار في هذا المجال فتشير بعض الدراسات إلى عدم وجود أي تأثير للضوء على طول فترة السكون بينما تشير الأخرى إلى أن التعريض للضوء يطيل فترة السكون في الدرنات الناضجة، وذلك لأنه يعمل على تكوين الكلوروفيل، واحتمال تكوين مثبطات للنمو في صورة بروتينات متحدة مع الكلوروفيل، بالعكس في الدرنات غير الناضجة، ربما يساعد الضوء على التخلص من بعض مثبطات النمو التي توجد بكثرة في البطاطا الناضجة، وبالتالي تقصير فترة سكونها.

ولكسر طور السكون أهمية كبيرة عند زراعة درنات البطاطا في عروات متتالية (استخدام درنات العروة الصيفية في الخريفية)، وكذلك عند استيراد الدرنات حديثة القلع وزراعتها مباشرةً، وبالنهاية عند الرغبة في تنبيت الدرنات لاختبار خلوها من الأمراض قبل إثبات صلاحيتها للبذار.

طرائق كسر طور السكون في درنات البطاطا:

أ – طرق حرارية:

عن طريق تخزين الدرنات بعد القلع مباشرة في 20 – 30مْ ولمدة 3 – 4 أسابيع، وهي فعالة ولكنها لا تفيد عند الرغبة في زراعة الدرنات قبل انقضاء هذه الفترة.

ب – طرق كيماوية:

– غمس الدرنات في محلول حمض الجبرليك (GA) 10 جزء بالمليون لمدة 10 دقائق.

– تعريض الدرنات لغاز ثاني كبريت الكربون (CS2)، في الدرجة 20 مْ ولمدة 3 دقائق، وباستخدام 10 – 25 سم3 من الغاز لكل متر مكعب.

– معاملة الدرنات بالإثيلين كلوروهيدرين وهي الأكثر انتشاراً تجارياً حيث يتم غمر الدرنات في محلول تركيزه (6 سم3 لكل ليتر ماء) ولمدة ساعة فقط. أو استخدام أبخرة هذه المادة، وذلك عن طريق إضافتها إلى قطع من القماش ووضعها فوق الدرنات في المخازن محكمة الإغلاق لمدة 4 أيام، ثم تتم تهوية المخزن لمدة يومين وتزرع بعدها الدرنات مباشرة.

– غمر الدرنات لمدة ساعة واحدة في محلول ثيوسيانات الصوديوم و البوتاسيوم أو الأمونيوم بتركيز 1.1 % وتزرع الدرنات مباشرة بعد الغسل.

تجهيز واعداد الدرنات للزراعة Preparation of tubers for planting:

يتوقف نجاح زراعة البطاطا على مدى تقيد المزارع بعملية إعداد البذار (الدرنات)، وبالتالي سرعة الإنبات وقلة الإصابة بأمراض التربة والتبكير في نضج المحصول وزيادة الإنتاج، ويتم ذلك بمراعاة الخطوات التالية قدر الإمكان:

1 – كسر طور السكون.

2 – تنبيت الدرنات: ويتم ذلك من خلال:

– وضع الدرنات فوق صفائح خشبية أو فرشها بغرف خاصة بسماكة 20 – 30 سم، وإذا لم يتوفر المكان حتى 70 – 80 سم، مع التعفير بالمضادات الحشرية والفطرية.

– حجب الضوء المباشر عن الدرنات، واستخدام نوافذ التهوية المغطاة بأسلاك معدنية دقيقة لمنع دخول الحشرات (فراشة درنات البطاطا).

– تأمين رطوبة كافية 85 – 90% للإسراع في ظهور العيون (استخدام أكياس الخيش المبللة)، وتأمين حرارة بحدود 20 – 25 مْ ولمدة 2 – 3 أسابيع.

– تقصيف وإزلة البراعم البيضاء أكثر من 1.5 سم (لتقصفها أثناء الزراعة أو إعطاء نموات ضعيفة)، مع ترك النموات ، أو النبت القصير والسميك والملون والقوي.

– استبعاد الدرنات المخزنة وغير القادرة على الإنبات (البعض يجرح هذه الدرنات بسكين حادة لعمق 0.5 سم قبل الزراعة بـ 2 – 3 أيام).

3 – التغلب على السيادة القمية: وهي عبارة عن نمو وإنبات البرعم الطرفي في الدرنة (القسم العلوي) قبل بقية البراعم الأخرى في الدرنة وسيادته الكاملة ومنع نمو البراعم الأخرى وإنباتها. ويعود ذلك لامتياز البراعم القمية مورفولوجياً عن بقية البراعم الأخرى، واحتواء هذه البراعم القمية على مواد منظمة ومشجعة لنموها، وكذلك لإفرازها بالوقت نفسه مواد مثبطة، واتجاه انتقال المواد الغذائية في الدرنة من القاعدة إلى القمة.

يتم التخلص من هذه السيادة بمنع اتصال العيون الجانبية بالعيون الطرفية وذلك بتقسيم الدرنات المزروعة، أو التخزين في حرارة مرتفعة (28 – 30 مْ).

4 – تقطيع الدرنات: يمكن اللجوء إلى تقطيع الدرنات إذا كانت في حالة سكون أو تحت السيادة القمية.

الشروط الواجب مراعاتها لإكثار نبات البطاطا وتحسينه وراثياً:

- المحافظة على الخواص النوعية لهذا الصنف باختيار الدرنات الجيدة والموثوقة.
- العناية بالري والتسميد والخدمات الزراعية.
- زيادة المقاومة للأمراض والحشرات تتم عن طريق عمليات الانتخاب المستمرة أثناء تكوين درنات هذا الصنف.
- زيادة القدرة على التأقلم مع الظروف البيئية للوسط الجديد، وهذه تتم عن طريق عمليات الانتخاب المستمرة أيضاً.

لذلك تلعب نوعية الدرنات المخصصة للزراعة طريقة زراعتها ومستوى العمليات الزراعية دوراً كبيراً في تحديد كمية المحصول ونوعيته.

مسافة العزل: من الضروري تأمين مسافة عزل بين حقول البطاطا لا تقل عن 50 م.

عملية التنقية: لابد من العناية بنظافة الصنف من حيث خلوه من النباتات الغريبة لذلك تتم عملية التنقية على أربع مرات وذلك لفحص الحقل ومراقبة النباتات:

الأولى: أثناء النمو الخضري حيث يتم التخلص من النباتات المخالفة في لون الأوراق وشكلها، والنباتات المريضة والمتأخرة في النمو.

الثانية: أثناء الإزهار حيث يتم التخلص من النباتات المخالفة في لون الأزهار وشكلها، والنباتات المريضة.

الثالثة: أثناء تشكل الدرنات ويتم التخلص من النباتات المخالفة في لون الدرنات وشكلها. ويراعى قلع النباتات المخالفة والتخلص منها خارج الحقل.

الرابعة: أثناء وصول الدرنات مرحلة النضج الحيوي وتشكل البذور.

إنتاج بذار البطاطا الهجين:

هناك عدة طرق لإنتاج البذار الهجين:

1 – التهجين اليدوي:

يتم إجراء التهجين اليدوي وفق الخطوات التالية:

- يتم اختيار أفضل النباتات نمواً من خطوط الأمهات والخالية من الإصابات المرضية والممثلة للأم تمثيلاً دقيقاً.
- تحدد على النبات الأم براعم زهرية قبل تفتحها بيوم، ويتم خصيها بإزالة المآبر بواسطة الملقط، وبعد ذلك تعزل بقطعة من القطن.
- تعزل أزهار النبات الأب قبل تفتح الأوراق التويجية بقطعة من القطن أيضاً.
- تجرى عملية التهجين في اليوم التالي أو بعد عملية الخصي حيث يكون الميسم مستعداً للتلقيح وذلك بأخذ زهرتين معزولتين من النبات الأب، وتمرير المآبر على مياسم الأزهار المخصية والمعزولة للنبات الأم.
- تعزل الأزهار الملقحة مباشرة باستخدام قطعة صغيرة من القطن تلف برفق حول الزهرة وجزء من عنقها بحيث نضمن عزلاً تاماً للزهرة.
- وضع بطاقة تعريف حول عنق الزهرة مدون عليها أسماء الآباء المستخدمة في العملية وتاريخ التهجين واسم القائم بعملية التهجين.

- مراقبة الأزهار باستمرار خلال مراحل تطورها وحتى وصول الثمار لمرحلة النضج الحيوي.

يعد إنتاج البذار الهجين للبطاطا يدوياً عملية مكلفة جداً وذلك لضرورة القيام بعمليات خصي الأزهار يدوياً وفي وقت محدد، ومن ثم القيام بعملية التلقيح، ثم عزل الأزهار الملقحة، وعمليات الخصي والتلقيح هذه تحتاج إلى جهد كبير ودقة عالية لأن أي خلل سيؤدي إلى الحصول على ثمار مشوهة وبالتالي خسارة في كمية البذار الناتج.

2 – استخدام مركبات كيميائية لإحداث العقم الذكري:

يتم زراعة أربع خطوط من سلالة الأمهات مقابل خط واحد من الآباء، ويتم رش خطوط الأمهات بمركب 2,4- D تركيز 20 ملغ/ليتر أو الأثيفون تركيز 400 ملغ/ليتر ثلاث مرات، وذلك لإحداث العقم الذكري للأزهار، ومنع النباتات من تلقيح نفسها.

وتتم الرشة الأولى قبل تفتح الأزهار بأسبوع والثانية بعد أسبوع من الرشة الأولى، والثالثة بعد أسبوع من الرشة الثانية ومما يجدر ذكره أنه يجب إزالة الأزهار المتفتحة، وكذلك الثمار العاقدة في حال وجودها بشكل كامل، مع الإبقاء على البراعم الزهرية غير المتفتحة.

مزايا الطريقة: إن استعمال المواد الكيميائية (مبيدات الأعراس) في إنتاج نباتات عقيمة ذكرياً مناسباً للقيام بعملية الخصي للأزهار وخفض تكاليف إنتاج البذار الهجين، والحصول على أزهار مؤنثة قابلة للتلقيح والتهجين بحبوب لقاح أخرى، دون أن يؤثر ذلك على خصوبة البويضات وحيويتها ويفضل وضع 2 – 3 خلايا نحل لكل دونم. ورش محلول سكري تركيز 1% لجذب حشرات النحل، للمساعدة على التلقيح وتكوين ثمار هجينة في خطوط الأمهات.

3 – استخدام سلالات أمهات ذات عقم ذكري وظيفي:

حيث لا تتفتح المآبر وذلك بزراعة أربع خطوط أمهات ذات عقم ذكري وظيفي مقابل خط واحد آباء.

ويفضل رش محلول سكري 1% أثناء إزهار النباتات للمساعدة على جذب حشرات النحل وإجراء عملية التهجين الطبيعي.

مزايا الطريقة: إن استخدام الطرز الوراثية ذات المآبر المغلقة تمنع التلقيح الذاتي وتستغني عن عملية الخصي اليدوي المجهدة والمرهقة.

طرائق التحسين الوراثي للبطاطا:

التّهجين الرّجعيّ Back Cross:

يتمّ اللّجوء إلى طريقة التّهجين الرّجعيّ عند الرغبة بإضافة صفة أو صفتين بسيطتين وراثياً إلى صنف تجاريّ متفوّق في عدد كبير من الصّفات، حيث تجرى سلسلة من التّهجينات الرّجعيّة مع الصّنف المراد تحسينه مع التركيز في أثناء عملية الانتخاب في كلّ جيل على الصّفة أو الصّفتين المرغوب إضافتهما له. وعند انتهاء عمليّات التّهجين الرّجعيّ ستكون المورّثة أو المورّثات المسؤولة عن الصّفات المراد نقلها إلى الصّنف خليطة Hetrozygous بعكس المورثات الأخرى جميعها التي تكون جميعها قد تحوّلت إلى الحالة الأصيلة، لذلك يترك النّسل بعد آخر تهجين ليتلقّح ذاتياً مع الانتخاب لتحويل هذه الصّفات الخليطة إلى أصيلة، وبالنتيجة يتمّ الحصول على صنف جديد يتميّز بصفات الصّنف القديم جميعها. إضافة إلى الصّفة أو الصّفتين اللتين تفوق بهما على الصّنف القديم، ويسمّى الصّنف التّجاري المراد تحسينه بالأب الرّجعيّ Recurrent parent، أمّا الصّنف الذي سيتمّ الحصول منه على الصّفة أو الصّفتين الممتازتين فيسمى بالأب غير الرّجعيّ Nonrecurrent parent.

إنّ عدد التّهجينات الرّجعيّة الواجب القيام بها يتراوح بين 2 – 8 تهجينات بحسب ما يريده المحسّن الوراثيّ من تركيز صفات الأب الرّجعيّ في الصّنف الجديد.

كما أنّ العمليّة تسير بسهولة إذا كانت الصّفات المراد إضافتها سهلة التمييّز، وبسيطة وراثياً (المسؤول عنها زوج أو زوجان من العوامل الوراثيّة السّائدة). أمّا إذا كانت هذه الصّفات متنحّية فإنّ العمليّة تطول وتتأخّر نظراً لضرورة الانتظار بعد كلّ تلقيح رجعيّ

عاماً كاملاً يترك فيه النّسل النّاتج للتلقيح الذّاتي لكي تعطي الفرصة للمورّثات المتنحيّة بالظهور حتى يمكن انتخابها، وإجراء التّهجين الرّجعيّ عليها ثانية. والمثال الآتي يوضّح ذلك:

العام الأوّل: يتمّ التّهجين بين الصّنف التجاري الجّيد (الأب الرّجعيّ A)، والصّنف المراد نقل الصّفة منه إلى الصّنف التجاري (الأب غير الرّجعيّ B).

العام الثّاني: يزرع (10) نباتات من نباتات الجيل الأوّل F1، وتهجن رجعيّاً مع الصّنف التّجاري للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الأوّل BC1.

العام الثّالث: تزرع نباتات الجيل الرّجعيّ الأول وتجري لها عدوى صناعيّة، ثمّ يتمّ تهجين 10 نباتات مقاومة مع الأب الرّجعيّ. للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثاني BC2.

العام الرّابع حتى السّابع: تجرى عدوى صناعيّة لنباتات التّهجين الرّجعيّ، وينتخب حوالي 50 نباتاً مقاوماً، وتهجّن رجعيّاً مع الأب الرّجعيّ.

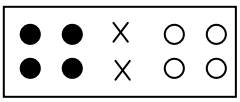
للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثالث BC3 ، BC4 ، BC5 ،.....

العام الثّامن: تجري عدوى صناعيّة، وينتخب حوالي 500 نبات مقاوم، وتترك للتّلقيح الذّاتي.

العام التّاسع: تزرع بذور 500 نبات، كل بذور نبات في خط، وينتخب منها 100 خط أصيلة في صفة المقاومة ونباتاتها متجانسة، وتشبه الأب الرّجعيّ.

العام العاشر: يزرع الصّنف الجديد إلى جانب الصّنف الرّجعيّ للمقارنة والتأكد أن الصّنف الجديد يشبه الأب الرّجعيّ في صفاته جميعها ما عدا المقاومة.

A x B



مقاوم للمرض (الأب غير الرّجعيّ) غير مقاوم (الأب الرّجعيّ)

F1 AB

F1 X A (50% من مورثات الأم، والأب)

BC1 75% من مورثات الصّنف الجيد

BC1 X A

BC2 87.5 % من مورثات الصّنف الجيد

BC2 X A

BC3 93.75% من مورثات الصّنف الجيد

جامعة الفرات
2006
Al-Furat University

الفصل الخامس

التحسين الوراثي للخيار Genetic improvement of cucumber

الخيار .*Cucumis sativus* L من محاصيل الخضر الواسعة الانتشار والاستعمال في مختلف أنحاء العالم، ويزرع في فصل الربيع حتى أوائل فصل الخريف، كما يزرع شتاءً في البيوت البلاستيكية والزجاجية.

تقدر المساحة المزروعة بالخيار في العالم بحوالي 2.4 مليون هكتار، ويبلغ متوسط إنتاج الهكتار عالمياً 18.5 طن،

يحتل الخيار في كمية الانتاج المرتبة الرابعة مقارنة مع أهم محاصيل الخضار المزروعة في الوطن العربي، مشكلاً ما نسبته 7.3%.

بلغت المساحة المزروعة بالخيار في سورية حسب احصائية وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي لعام 2020 حوالي 11254 هكتاراً، أعطت إنتاجاً قدره 136567 طن، وكانت الغلة 12135 كغ/هـ.

الخيار نبات وحيد الجنس وحيد المسكن، ومع ذلك يمكن تمييز الأنماط الجنسية التالية في الخيار:

نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن Monoecious: يحمل النبات أزهاراً مذكرة ومؤنثة.

نباتات مؤنثة Gynoecious: يحمل النبات أزهاراً مؤنثة فقط.

نباتات مذكرة Androecious: يحمل النبات أزهاراً مذكرة فقط.

نباتات خنثى Hermaphrodite: يحمل النبات أزهاراً خنثى فقط.

نباتات وحيدة المسكن مذكرة Andromonoecious: يحمل النبات أزهاراً مذكرة وخنثى.

نباتات وحيدة المسكن مؤنثة gynomonoecious: يحمل النبات أزهاراً مؤنثة وخنثى.

نباتات وحيدة المسكن ثلاثية Trimonoecious : تحمل الأنواع الثلاثة من الأزهار معاً.

تعتمد معظم الزراعات الحالية على أصناف أنثوية، تبلغ نسبة الأزهار المؤنثة فيها 95% والأزهار المذكرة 5% فقط، وعند مثل هذه النباتات تتشكل الأزهار المذكرة في ظروف النهار الطويل ودرجات الحرارة المرتفعة، والعطش، ونقص الآزوت في التربة، وعند ازدياد الإجهاد على النبات بسبب الحمل الغزير، في حين يساهم النهار القصير والحرارة المعتدلة والمنخفضة ليلاً والري والتسميد الجيدين في تشكل الأزهار المؤنثة، ويمكن لهذه النسبة أن تتغير باستعمال منظمات النمو والمواد الكيميائية.

بالرغم من أن نسبة التلقيح الذاتي في الخيار تبلغ 30–36%، فإن معظم نباتات الخيار سواء كانت Monoecious أو Gynoecious تحتاج إلى الحشرات لنقل حبوب اللقاح بين الأزهار، وقد وصلت نسبة الثمار العاقدة إلى 100% في الأزهار الملقحة مقارنة مع الأزهار غير الملقحة.

تتم طريقة التلقيح اليدوي في الخيار بعزل البراعم الزهرية المذكرة والمؤنثة قبل يوم من تفتحها بوساطة ملاقط معدنية أو بلاستيكية، وفي صباح اليوم التالي يجرى التلقيح بإمرار مآبر الأزهار المذكرة برفق على مياسم الأزهار المؤنثة، ثم يعاد عزل الأزهار بعد تلقيحها. يحذر إجراء التلقيح اليدوي في أوقات الظهيرة وعند ارتفاع درجات الحرارة، لأن ذلك يؤدي إلى حدوث العقد البكري وتكوين ثمار خالية من البذور.

كما تستخدم بعض المركبات لتغيير النسبة الجنسية في الخيار مثل حمض الجبرليك والأثيفون، حيث أدى معاملة نباتات الخيار بالجبريللين إلى الاسراع في ظهور الأزهار المذكرة وزيادة عددها، في حين كان للمعاملة بـ Ethephon تأثير عكسي، فقد أدت إلى تكوين أزهار مؤنثة في مرحلة مبكرة من عمر النبات.

إنتاج بذور الخيار:

يتم إنتاج بذور الخيار وفق الخطوات التالية:

مسافة العزل: يجب ترك مسافة عزل كافية بين حقول إنتاج البذور والحقول الأخرى المجاورة، بحيث لا تقل عن 1000 م.

طريقة الزراعة: تزرع البذور مباشرة في الأرض على خطوط، المسافة بين الخط والآخر 150 سم وبين النبات والآخر 40 سم، وذلك ابتداءً من شهر نيسان. ويوضع في كل حفرة 2 – 3 بذور على عمق 3 سم، ويمكن أن تزرع البذور في صواني الإنبات خلال شهر آذار، وتشتل في الأرض الدائمة في شهر نيسان. يجب مراعاة مواعيد زراعة البذور بحيث تتناسب مع فترة العقد لكل منطقة، بحيث لا تتعرض النباتات أثناء فترة الإزهار لارتفاع درجة الحرارة خاصة في الصيف، لأن الحرارة العالية 35مْ تؤدي إلى جفاف وتساقط الأزهار وانخفاض العقد نتيجة موت حبوب الطلع. كما أن انخفاض الرطوبة يؤدي إلى تساقط الأزهار وانخفاض العقد، وقد يظهر الطعم المر في الثمار بسبب تعرض النباتات للعطش.

التنقية: يجب مراعاة إجراء التنقية والتفتيش الحقلي خلال خمس مراحل للتخلص من النباتات غير المرغوبة وفق الآتي:

المرحلة الأولى: انتقاء الشتول الجيدة والممثلة للصنف في حال الزراعة في صواني الإنبات، وانتقاؤها وتفريدها في حال الزراعة في الأرض الدائمة.

المرحلة الثانية: إجراء التفتيش الحقلي وذلك أثناء فترة النمو الخضري للتخلص من النباتات المخالفة في اللون وشكل الأوراق والضعيفة والمريضة والمتأخرة النمو.

المرحلة الثالثة: وتتم في مرحلة الإزهار للتخلص من النباتات المتأخرة الإزهار، والمخالفة بلون الأزهار والمريضة لا سيما التي تنتقل عن طريق البذور.

المرحلة الرابعة: وتتم في مرحلة الإثمار، عند وصول النباتات للنضج الاستهلاكي، حيث تزال النباتات المخالفة للصنف في أي صفة من الصفات، وكذلك النباتات المريضة، ويفضل قطف الثمار مرتين وذلك لتشجيع النمو الخضري للنباتات من جهة، والتخلص من الثمار التي يمكن أن تكون قد لقحت بالنباتات المخالفة من جهةٍ أخرى. وبذلك نكون قد حصلنا على التجانس الصنفي بشكل دقيق، ونكون قد حصلنا على بذور ذات نوعية عالية، يترك على كل نبات عادةً 5 – 6 ثمار بذرية.

المرحلة الخامسة: تتم في مرحلة النضج الحيوي وذلك للتخلص من النباتات المخالفة بلون الثمار، حيث تتلون الثمار ذات الأشواك البيضاء بلون أبيض مصفر، والثمار ذات الأشواك السوداء بلون ذهبي أو برتقالي عند النضج الحيوي. ومن الجدير ذكره عند استبعاد الثمار المخالفة لا يتم استبعاد الثمار فقط، وإنما يتم قلع النبات كاملاً والتخلص منه.

الحصاد واستخلاص البذور:

1 – إنتاج البذار يدوياً: وتتبع في الكميات الصغيرة من البذور حيث تقطف الثمار عندما تصل إلى مرحلة النضج الحيوي، وتترك عادةً لمدة أسبوعين في جو الغرفة العادي، حتى يكتمل نضج البذور وتصبح الثمار طرية، تشق الثمار طولياً وتفصل البذور بواسطة ابهام مع المادة المخاطية، وتوضع في وعاء غير قابل للصدأ وتترك حتى اليوم التالي أي بعد 24 ساعة في جو الغرفة العادي وعلى درجة حرارة 21 مْ مع التحريك 2 – 3 مرات، حيث تترسب البذور في الأسفل، يتم غسلها ثم تجفف وتنظف وتعقم بمبيدات حشرية وفطرية.

2 – الإستخلاص الآلي مع الغسيل: وتستخدم في الإنتاج التجاري للبذور، إذ تقوم آلات خاصة بتقطيع الثمار، ثم تفصل البذور عن اللب المحيط بها بالغسيل بالماء تحت ضغط معين على شبك مثقب بحيث يسمح بخروج المادة المخاطية، ويضاف الكلور بتراكيز مخففة إلى ماء الغسيل للمساعدة في إزالة المادة المخاطية المحيطة بالبذور وإعطائها لمعاناً وبريقاً. ثم تجفف البذور بالطرد المركزي، وتعد هذه الطريقة من أفضل طرق الاستخلاص.

3 – طريقة التخمر: وهي طريقة سريعة لاستخراج البذور حيث يستخرج لب الثمار بما فيه من بذور ويوضع في براميل خشبية (وعاء غير قابل للصدأ) مع تقليبه من حين لآخر ويترك لمدة يوم واحد. وبعد ذلك تترسب البذور في قاع الأوعية حيث يسهل فصلها ويتم تنظيفها بالماء.

4 – الاستخلاص بالأحماض والقلويات: يمكن فصل البذور عن اللب خلال 30 دقيقة بإضافة حمض كلور الماء التجاري إلى لب الثمار بما فيه من بذور وبمعدل 8 ليتر لكل طن من الثمار. أو حمض الكبريت التجاري بمعدل 3 ليتر لطل طن ثمار. أو يتم إضافة 12 ليتر من الأمونيا التجارية 25% لكل طن ثمار، ويفضل إضافة حمض كلور الماء في نهاية عملية الاستخلاص حتى تستعيد البذور لونها الطبيعي. بعد استخلاص البذور يتم غسلها جيداً بالماء عدة مرات للتخلص من حمض كلور الماء، وتجفيفها بسرعة مع تقليب البذور أثناء التجفيف بحيث تصل نسبة الرطوبة 9%. قد يتم التجفيف على تيار هوائي 35 – 40 مْ، بعد ذلك يتم تنظيف البذور والتخلص من البذور الفارغة وتعقيمها حشرياً ثم فطرياً وتعبئتها بعبوات خاصة.

يجب أن لا تبقى البذور في الوعاء أكثر من 24 ساعة، حتى لا تتأثر حيويتها، ومن مميزات هذه الطريقة أنها لا تتطلب أوعية كثيرة كما في التخمر، ويكون لون البذور طبيعي.

تعطي الثمرة الواحدة وسطياً 500 بذرة، ويتراوح إنتاج الدونم الواحد من البذور 50 – 100 كغ.

إنتاج بذار الخيار الهجين:

أولاً: التهجين اليدوي:

يتم في مراكز البحوث العلمية ويعتمد على عزل الأزهار المذكرة في خطوط الآباء، وعزل الأزهار المؤنثة في خطوط الأمهات قبل يوم من إجراء التهجين. وفي اليوم التالي يتم التهجين وعزل الأزهار المؤنثة المهجنة من جديد، ووضع بطاقة تعريف، ومتابعتها حتى الوصول لمرحلة النضج الكامل.

ثانياً: التهجين بين سلالات أمهات مؤنثة مع سلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن:

وتستخدم في هذه الحالة سلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن كآباء لتلقيح السلالات المؤنثة، وعادةً يكون في حقل إنتاج البذور خط آباء مقابل أربعة خطوط أمهات، مع

مراعاة توافق الإزهار بين سلالات الآباء والأمهات، ويترك الحقل للتلقيح الطبيعي. كما يفضل قلع خطوط سلالات الأب قبل حصاد الثمار الهجينة والمحمولة على سلالات الأمهات ووضع 1 – 2 خلية نحل/دونم، كما يراعى مراقبة خطوط الأمهات وقلع الأزهار المذكرة التي يمكن أن تظهر. أو نقوم برش مادة الأثيفون تركيز 250 ملغ / ليتر لمنع ظهور الأزهار المذكرة في مرحلة الورقة الحقيقية الأولى والثانية والخامسة.

ثالثاً: التهجين بين سلالات مؤنثة مع سلالات وحيدة المسكن مذكرة

تستخدم في خطوط الآباء سلالات تحمل أزهاراً مذكرة وأخرى خنثى على النبات نفسه لتلقيح أزهار السلالات المؤنثة في خطوط الأمهات. ومن الملاحظ أنه لإكثار سلالات الأمهات التي تعطي أزهاراً مؤنثة فقط، نقوم برشها بحمض الجبريليك تركيز 1 – 2 غ/ليتر مرتين، الأولى في مرحلة الورقة الحقيقية الأولى، والثانية بعد أسبوع من الرشة الأولى. وهذا ما يدفع السلالات المؤنثة على إعطاء بعض الأزهار المذكرة، التي تؤخذ وتلقح بها الأزهار المؤنثة للسلالة نفسها، أو نقوم برش نترات الفضة AgNo3 تركيز 250 ملغ/ليتر مرتين أيضاً، الأولى في مرحلة الورقة الحقيقية الأولى، والثانية بعد أسبوع من الرشة الأولى.

التربية والتّهجين عند الخيار Breeding and Hybridization of Cucumber

يراعى عند تطبيق برنامج التّربية والتّحسين الوراثيّ تحقيق التّوازن المطلوب بين الحفاظ على المصادر النباتيّة المحليّة من جهة، وإجراء التّحسينات المستمرة عليها من جهة أخرى، عن طريق جمع المزايا المتوافرة لكل من الأصناف المحليّة المتأقلمة مع الظروف البيئيّة، والأصناف الأجنبيّة ذات الصّفات الإنتاجية والاقتصادية العالية، والمبكرة بالإنتاج، باستخدام طرائق التّربية الحديثة.

يعد الخيار من أنواع الخضار التي تتميّز بسهولة إجراء الأبحاث الوراثيّة عليها، نظراً لقصر دورة حياته، وسهولة إجراء التّهجين اليدوي لكبر حجم أزهاره، وانفصال الجنس، وطول فترة إزهاره، وعدم تدهور نباتاته، وتحملها للتلقيح الذّاتي على مدى عدة أجيال.

تمكّن (الجاسم، 2005) من الحصول على ثماني سلالات ذاتيّة من الخيار، أربع منها من الصّنف المحلي (عنجريني)، وأربع سلالات من هجن مستوردة من الخيار (بابيلون، كوندور، فريد، برنس)، تمّ الحصول عليها بإجبارها على التّلقيح الذّاتي لستة أجيال، حيث تمّ اختيار أفضل السّلالات الأبوية، وحددت عليها أزهار مذكّرة، ومؤنّثة قبل تفتحها بيوم واحد، وعزلت هذه الأزهار غير المتفتحة بملاقط معدنيّة صغيرة (عملية إغلاق). وفي اليوم التالي تمّ قطف الأزهار المذكّرة المغلقة، وأزيلت أوراقها التويّجيّة حتى ظهرت الأكياس الطلعية بصورة واضحة، شكل (1)، ثمّ مررت على مياسم الأزهار المؤنّثة، شكل (2)، بعدئذٍ أعيد إغلاق الأزهار المؤنّثة بعد تلقيحها، ووضعت عليها بطاقات الدلالة، شكل (3).

تمّت مراقبة الثّمار العاقدة حتى بلوغها مرحلة النّضج الكامل (تمام تشكل البذور) التي استغرقت 45–60 يوماً. بعد أن وصلت الثّمار إلى مرحلة النّضج الحيوي، تمّ اختيار أفضل الثّمار النّاضجة حيوياً النّاتجة عن كل تهجين، وتركت في ظروف الغرفة العادية لمدّة أسبوعين، شكل (4)، ثم تم قطعها طولياً واستخلصت البذور يدويّاً، شكل (5)، وبعد أن تمّ استخلاص البذور من الثّمار الناضجة تركت لمدة 24 ساعة ثم غسلت بالماء، وجففت، وعقّمت حرارياً لمدة ثلاثة أيام؛ في اليوم الأول على درجة حرارة (35مْ) لمدّة 24 ساعة، وفي اليوم الثاني على درجة حرارة (55مْ) لمدة 24 ساعة، وفي اليوم الثّالث على درجة حرارة (70مْ) لمدة ساعتين، للحد من الإصابة ببعض الأمراض الفيروسيّة، وتحسين نسبة الإنبات، والأزهار المؤنّثة، وحفظت البذور النّاتجة في أكياس ورقية بعد تعقيمها بالمبيد الفطري فيتافاكس بمعدل 3غ/1كغ بذور، وسجلت المعلومات اللازمة على كل كيس، (المحمد، 1995 و الجاسم، 2011).

الشكل (1): عزل الزهرة المذكّرة قبل (24) ساعة، وقطفها في اليوم التالي، وإزالة أوراقها التويجية.

الشكل (2): تمرير حبوب طلع الزهرة المذكّرة على ميسم الزهرة المؤنّثة

الشكل (3): إعادة إغلاق الزهرة المؤنّثة بعد تلقيحها، ووضع بطاقة الدلالة عليها.

شكل (4): ثمرة خيار ناضجة حيوياً

الشكل (5): استخراج البذور من ثمرة الخيار

قوة الهجين في الخيار:

أشار (الجاسم، 2011) إلى أنّ الاختلافات بين السّلالات الأبوية أدّت إلى ظهور قوّة الهجين وبالاتجاه المرغوب لعدد من الهجن، فقد أبدى 20 هجيناً (الجدول) قوّة هجين موجبة عالية المعنوية قياساً إلى متوسط الأبوين لصفة عدد الثّمار على النّبات كان أعلاها عند الهجين (3 x 8)(89.4%)، وأخفضها عند الهجين (2 x 5)(0.3%)، وقياساً إلى الأب الأفضل، فقد أظهر 13 هجيناً قوّة هجين موجبة عالية المعنوية للصفة السابقة أعلاها عند الهجين (6 x 8)(86.2%)، وأخفضها عند الهجينين (3 x 5) ، و (4 x 5) (7.9%).

أظهرت 9 هجن قوّة هجين عالية المعنوية، وموجبة قياساً إلى متوسط الأبوين لصفة متوسط وزن الثمرة الواحدة، أعلاها عند الهجين (1 x 7)(118.1%)، وأخفضها عند الهجين (3 x 5)(2 %)، وقياساً إلى الأب الأفضل فقد أظهر هجينان فقط قوّة هجين عالية المعنوية وموجبة، كان أعلاها عند الهجين (1 x 7)(103.1%)، وأخفضها عند الهجين (1 x 5)(2.1%).

أمّا قوّة الهجين قياساً إلى متوسط الأبوين لصفة الإنتاجية في وحدة المساحة فقد أظهر 20 هجيناً قيماً عالية المعنوية وموجبة أعلاها عند الهجين (5 x 8)(203.1%)، وأخفضها في الهجين (2 x 5)(40.2%)، أما قوّة الهجين قياساً إلى لأب الأفضل فقد أظهر 19 هجيناً قوّة هجين عالية المعنوية وموجبة للصّفة السّابقة كان أعلاها عند الهجين (4 x 5)(188.3%)، وأدناها عند الهجين (1 x 7)(27.2%).

إنّ ظهور قوّة هجين مقارنة مع أفضل الأبوين الداخلين في التّهجين تشير إلى أنّ المورّثات المتحكّمة بتوريث هذه الصّفة تظهر أثر السّيادة المتفوّقة، جدول (7).

الجدول (7): قوّة الهجين قياساً إلى متوسط الأبوين H(MP)، وقياساً إلى لأب الأفضل H(BP) لبعض الصّفات الإنتاجية لهجن الخيار

الصّفات / الهجن	متوسط عدد الثّمار على النّبات (%)		متوسط، وزن الثمرة (غ %)		الإنتاجية المعدّلة (كغ/د %)	
	H(MP)	H(BP)	H(MP)	H(BP)	H(MP)	H(BP)
سلالة[1] × سلالة[2]	-19	-33	7**	-9**	22	18
سلالة[1] × سلالة[3]	14**	-3**	-8**	-18**	59**	51**
سلالة[1] × سلالة[4]	13**	10**	-16**	-28**	38*	16
سلالة[1] × سلالة[5]	-1**	-20**	18**	2**	66**	54**
سلالة[1] × سلالة[6]	3**	-26**	-17**	-36	54**	39**
سلالة[1] × سلالة[7]	-7**	-8**	118**	103**	38*	27**
سلالة[1] × سلالة[8]	-6**	-32	-1**	-19**	60**	22*
سلالة[2] × سلالة[3]	64**	59**	-21**	-25**	68**	65**
سلالة[2] × سلالة[4]	16**	-6**	-20**	-22**	37*	12
سلالة[2] × سلالة[5]	0**	-2**	-4**	-6**	40**	34**
سلالة[2] × سلالة[6]	49**	25**	-31	-39	56**	45**
سلالة[2] × سلالة[7]	-16	-31	2**	-8**	24*	12
سلالة[2] × سلالة[8]	30**	9**	-9**	-13**	105**	60**
سلالة[3] × سلالة[4]	0**	-17**	-14**	-16**	28*	3
سلالة[3] × سلالة[5]	14**	8**	2**	-2**	85**	81**
سلالة[3] × سلالة[6]	60**	30**	-19**	-31	98**	89**
سلالة[3] × سلالة[7]	38**	16**	-8**	-13**	60**	41**
سلالة[3] × سلالة[8]	89**	55**	-10**	-18**	177**	120**
سلالة[4] × سلالة[5]	36**	8**	-2**	-3**	112**	188**

6	37*	-23**	-12**	-35	-8*	سلالة^{4} × سلالة^{6}
11	23	-2**	6**	-25**	-23	سلالة^{4} × سلالة^{7}
9	61**	-1**	5**	-46	-23	سلالة^{4} × سلالة^{8}
88**	94**	-23**	-12**	17**	38**	سلالة^{5} × سلالة^{6}
138**	100**	-2**	7**	15**	43**	سلالة^{5} × سلالة^{7}
145**	203**	-17**	-12**	36**	59**	سلالة^{5} × سلالة^{8}
47**	74**	-34	-19**	-4**	34**	سلالة^{6} × سلالة^{7}
93**	134**	-38	-33	86**	88**	سلالة^{6} × سلالة^{8}
45**	101**	-7**	7**	-26**	3**	سلالة^{7} × سلالة^{8}
20.44	17.70	7.36	6.37	17.8	15.4	LSD 0.01
15.59	13.50	5.61	4.86	13.6	11.7	LSD 0.05

2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفصل السادس

التحسين الوراثي للكوسا Genetic improvement of squash

تعتبر الكوسا *Cucurbita pepo* L. من محاصيل الخضار الهامة التي تزرع للحصول على ثمارها الغضة في مرحلة النضج الاقتصادي. تبلغ المساحة المزروعة بالكوسا في العالم ما يقرب من 5 مليون دونم يزرع نصفها في قارة آسيا.

وتبلغ المساحة المزروعة بها في سورية حوالي 5826 هكتار حسب احصائية وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي لعام 2020 م بلغ انتاجها نحو 107262 طن.

تستهلك ثمار الكوسا بأشكال متعددة، طبخاً أو محشية بالرز أو مقلية أو غير ذلك وهي من المكونات الهامة لمائدة الأسرة السورية. ثمار الكوسا سهلة الهضم ذات قيمة حرارية منخفضة تحتوي الثمار على نسبة من المادة الجافة يدخل في تركيبها السكريات ومواد بروتينية وأملاح معدنية. وتحوي بذور الثمار الناضجة على نسب عالية من الدهون والبروتين.

يعتبر نبات الكوسا من النباتات المحبة للحرارة، كما تصنف الكوسا ضمن مجموعة النباتات المحبة للضوء ولشدة الأشعة الضوئية وخاصة في مرحلة الإزهار. والكوسا من الخضار المحبة للرطوبة وذلك لضخامة مجموعه الخضري وما ينجم عن ذلك من فقد مائي كبير.

طريقة الزراعة:

تزرع الكوسا في الأراضي الدائمة إما بالبذور مباشرة أو بالشتول المجهزة ضمن أكياس بلاستيكية صغيرة أو ضمن كؤوس بلاستيكية مخصصة لإنتاج الشتول. في حال الزراعة بالبذرة مباشرة يجب أن تكون التربة محضرة وجاهزة للزراعة بدءاً من أواخر شهر شباط وحتى نهاية شهر آذار للزراعة الربيعية المبكرة، وبعد ذلك بشهر على الأكثر بالنسبة للعروة الربيعية العادية.

تتم زراعة العروة الخريفية خلال النصف الثاني من شهر آب والنصف الأول من شهر أيلول.

إنتاج بذار الكوسا:

وتتم وفق الخطوات التالية:

مسافة العزل: من الضروري توفير مسافة عزل لا تقل عن 1000م بين الحقول المزروعة بالكوسا، ويمكن أن تصل إلى مسافة 1500م عند زراعة بذور الأساس.

طريقة الزراعة: تزرع بذور الكوسا مباشرة في الحقل على خطوط في بداية شهر نيسان المسافة بين الخط والآخر 100 – 125 سم، وبين النبات والآخر 40 – 50 سم. وقد تتم الزراعة في صواني الإنبات في شهر آذار وتنقل الشتول إلى الأرض المستديمة في شهر نيسان.

التنقية: تتم عادة أعمال التنقية والتفتيش الحقلي أربع مرات للتخلص من النباتات غير المرغوب فيها.

الأولى: في مرحلة النمو الخضري للتخلص من النباتات المخالفة في لون وشكل الأوراق، والضعيفة والمريضة والمشوهة.

الثانية: تتم في مرحلة الإزهار للتخلص من النباتات المخالفة في لون وشكل الأزهار والضعيفة والمريضة والمشوهة.

الثالثة: في مرحلة الإثمار للتخلص من النباتات المخالفة في لون وشكل الثمار والنباتات المريضة والمشوهة. بعد ذلك تحصد الثمار مرة أو مرتين لتشجيع النمو الخضري والتخلص من الثمار العاقدة والتي يمكن أن تكون قد لقحت بحبوب لقاح النباتات المخالفة.

الرابعة: في مرحلة النضج الحيوي أثناء الحصاد يتم حصاد الثمار ذات النوعية الجيدة والتخلص من كل ما هو مخالف في لون وشكل الثمار ويترك على كل نبات من ثمرتين إلى ثلاث ثمار.

الحصاد واستخلاص البذور:

تحتاج النباتات إلى حوالي 40 يوماً من الزراعة حتى الوصول لمرحلة الإزهار و 60 يوماً من العقد حتى الوصول لمرحلة نضج البذور. تحصد الثمار يدوياً وتترك لمدة 6 أسابيع في جو الغرفة العادي حتى استكمال نمو البذور. يتم استخلاص البذور يدوياً في الكميات الصغيرة بقطع قمة الثمرة واستخراج البذور مع المشيمة، وتترك في الشمس معاً حتى الجفاف، ثم تفصل البذور عن اللب بالغربلة، وقد تغسل البذور ثم تجفف أو يتم استخلاص البذور آلياً في الكميات الكبيرة، وذلك بتقطيع الثمار آلياً ويتم فصل البذور عن اللب بالغسيل بالماء. ثم يلي ذلك تجفيف البذور بسرعة، وتعقيمها بمبيدات حشرية وفطرية وتعبئتها بعبوات خاصة. يبلغ متوسط إنتاج الدونم الواحد من البذور 50–75 كغ.

إنتاج بذار الكوسا الهجين:

1 – التهجين اليدوي:

ويتم بالتهجين بين السلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن مع سلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن. تستخدم السلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن كآباء لتلقيح الأمهات وحيدة الجنس وحيدة المسكن أيضاً. تقطف جميع الأزهار المذكرة من خطوط الأمهات قبل تفتحها بعدة أيام، وهذه العملية ليست صعبة حيث يمكن تمييز الأزهار المذكرة عن المؤنثة بشكل واضح من خلال وجود المبيض في نهاية الأزهار المؤنثة، ويجب عزل الأزهار المذكرة في خطوط الآباء والمؤنثة في خطوط الأمهات قبل تفتحها بيوم واحد، وفي اليوم التالي يتم التهجين ثم العزل ووضع بطاقة التعريف.

2 – استخدام سلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن في خطوط الآباء وسلالات ذات نسبة عالية من الأزهار المؤنثة في خطوط الأمهات:

لخفض تكاليف عملية إزالة الأزهار المذكرة، ويترك الحقل للتلقيح الطبيعي بواسطة الحشرات وخاصة النحل مع مراعاة إزالة الأزهار المذكرة من خطوط الأمهات وأي ثمرة ناتجة فهي هجينة وبداخلها بذور هجينة.

3 – استخدام المركبات الكيميائية:

يتم رش خطوط الأمهات بالأثيفون تركيز 250 – 400 ملغ/ليتر، في مرحلة الورقة الحقيقية الأولى والثالثة والخامسة. وتفيد هذه المعاملة في منع تكوين أزهار مذكرة وتحويل السلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن إلى سلالات مؤنثة، ويتم التخلص من الأزهار المذكرة التي قد تظهر في جولة سريعة للحقل بإزالتها. ويترك الحقل للتلقيح الخلطي بواسطة النحل. ومن الجدير ذكره يفضل التخلص من خطوط الآباء قبل حصاد الثمار الهجينة.

طرائق التّحسين الوراثيّ للكوسا:

يستخدم لتحسين نباتات الكوسا الطرائق الآتية:

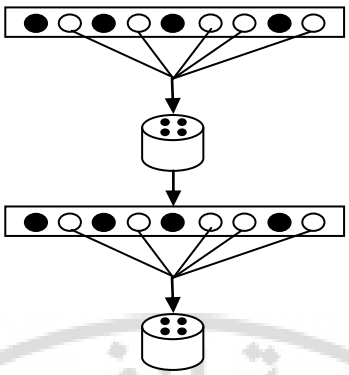
1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

تشمل معظم طرائق التّحسين الوراثيّ على هدف مشترك هو زيادة الإنتاج لأي نبات كماً ونوعاً في وحدة المساحة، وهناك صورتان للانتخاب الإجماليّ:

أ – انتخاب اجماليّ بسيط:

العام الأوّل: يتمّ انتخاب أفضل النّباتات، وتقلع النّباتات غير المرغوبة ليتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط، ثمّ نحصل على البذور، وتوضع في وعاء واحد.

العام الثّاني: تزرع النّباتات وتنتخب أفضلها، وتقلع النّباتات غير المرغوبة حتّى يتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط. وهكذا حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة في جملة الصّفات المرغوبة. وتستمر العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة.

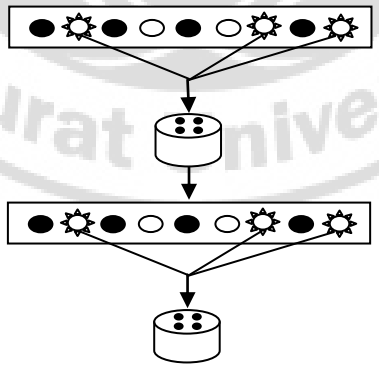


مخطّط (17): انتخاب اجماليّ بسيط

ب – الانتخاب الإجماليّ المعدّل:

العام الأوّل: تتبع في النّباتات ثنائيّة الحول، تختلف هذه الطّريقة عن الانتخاب البسيط بأنه بعد انتخاب أفضل النّباتات، وحصادها نقوم بعملية تقييم وفرز أخرى عليها لانتخاب المناسب منها.

العام الثاني: بعد عمليّة الانتخاب الثانية تزرع النّباتات في مكان معزول ليتم التّلقيح الخلطيّ فيما بينها. وتستمرّ العمليّة حتى الوصول إلى الصّنف المرغوب، والتخلّص من الصّفات الرديئة.



مخطّط (18): انتخاب إجماليّ معدّل

2 – الانتخاب العائليّ Family selection:

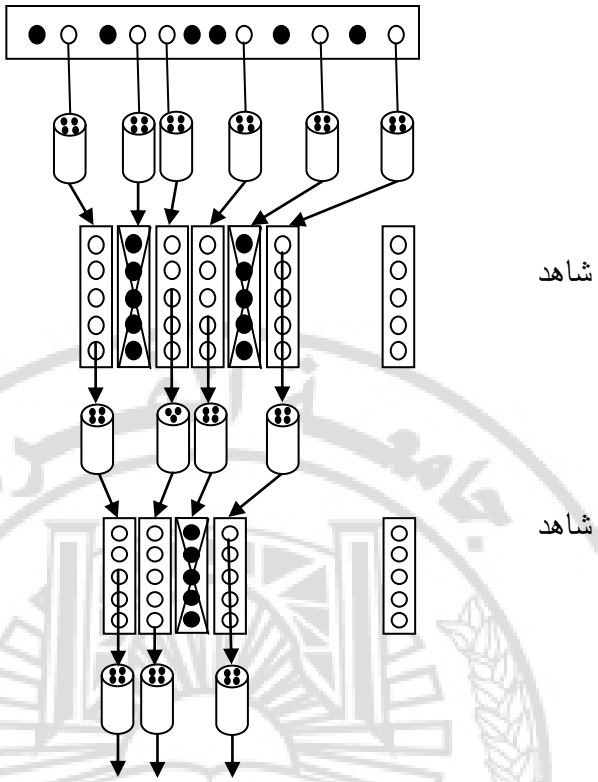
في مثل هذه الطّريقة تنتخب العائلة بأكملها كوحدة مستقلة، أو تستبعد كوحدة بناء على قيمة متوسطها المظهري، ولا تؤخذ قيمة أفرادها الفرديّة في الاعتبار، ودرجة القرابة بين أفراد هذه العائلة يجب أن تكون إخوة أشقاء أو غير أشقاء حيث إنّ الأفراد بعيدة درجة القرابة Remot relatives ليس لها أهميّة تذكر. ويتوقف استعمال الإخوة الأشقاء على قدرة الآباء على التناسل، وسرعته فإن انخفضت درجة التناسل في الآباء فيستحسن استعمال إخوة غير أشقاء. وله صور عدةّ أهمها:

أ – الانتخاب العائليّ دون عزل:

العام الأول: تنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتى لا يتمّ التّلقيح بينها، ثم نحصل على بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثاني: زراعة بذور كل نبات في خط ضمن قطعة أرض مستقلة دون العزل بين العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة. بعدها ننتخب نباتات من ضمن العائلة المتفوقة، ويقلع الباقي، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتى الثامن: يستمر تكرار ما سبق ذكره حتّى الوصول إلى الهدف من عمليّة الانتخاب.



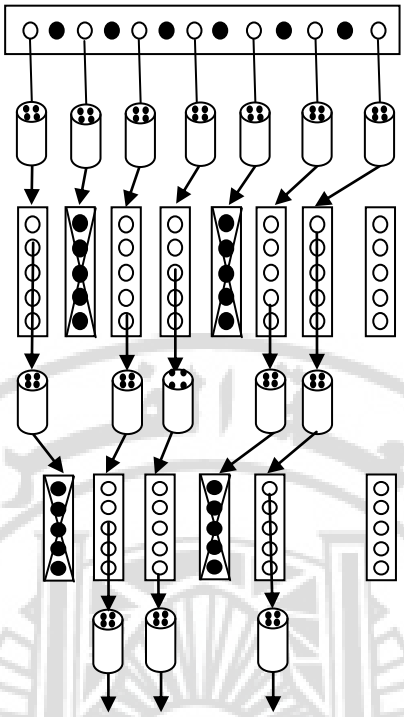
مخطط (19): الانتخاب العائليّ بدون عزل

ب – الانتخاب العائليّ مع العزل:

العام الأوّل: تقيم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتّى لا يتمّ التّلقيح بينها، تجمع بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع بذور كلّ نبات في خط معزول حتّى لا يحدث تلقيح خلطيّ بين العائلات وتستبعد الرديئة، تنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات، وتجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتّى الثّامن: تزرع بذور كلّ نبات في أرض معزولة لمقارنة العائلات ببعضها، تستبعد الرّديئة وتنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات.



مخطّط (20): الانتخاب العائليّ مع العزل

ميزات هذه الطريقة:

1. طريقة أكثر فعاليّة تحتاج إلى كثير من الجهد.
2. حدوث التّلقيح الذّاتي في النّباتات خلطيّة التّلقيح نتيجة العزل، الأمر الذي ينعكس سلبياً على حيويّة النّباتات، ويؤدّي إلى انخفاض في إنتاجيّتها، ممّا يصعب من تقييمها.

ج – الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف:

إنّ الهدف من هذا الانتخاب توجيه عمليّة التّلقيح حيث لا يحصل التّلقيح بين النّباتات الجيدة والرّديئة.

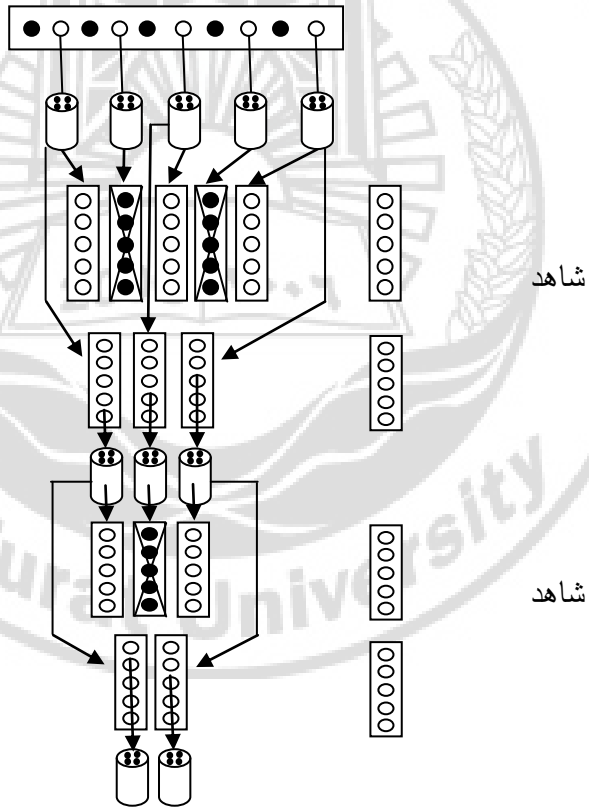
العام الأوّل: يتمّ تقييم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات وتقلع بقية النّباتات الرّديئة حتّى يتمّ التّلقيح الخلطيّ بين النّباتات الجيدة، تجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع نصف كميّة البذور من كل وعاء في قطعة أرض مستقلّة، ويحفظ النصف الآخر، وتتمّ عمليّة تقييم للعائلات النّاتجة بعد تشكّل الثّمار، وينتخب نتيجتها أفضل العائلات.

العام الثّالث: نزرع النّصف الباقي من العائلات التي تفوقت في أرض مستقلّة، وتنتخب أفضل النّباتات في كل عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الرّابع: تزرع نصف الكميّة وتقارن العائلات، وتحدّد أفضل العائلات.

العام الخامس: نزرع النّصف المتبقي من العائلات المتفوّقة، وننتخب أفضل النّباتات من كلّ عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.



مخطّط (21): الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف

ميزات هذه الطّريقة:

- توفير تكاليف العزل.
- توجيه الانتخاب بحيث يحصل تلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط.

3 – الأصناف التّركيبيّة Synthetic varieties:

وتنتج وفق المراحل الآتية:

اختيار الآباء:

عبارة عن سلالات أصيلة ناتجة عن تلقيح ذاتيّ إجباريّ يتراوح عددها من 4–10 سلالات، ويطلق على هذه السّلالات تسمية المكونات الأساسية للصنف التّركيبيّ Syn -0.

إنتاج الهجن الفرديّة:

بوساطة إجراء التّهجينات الممكنة جميعها بين هذه السّلالات، فإذا كان لدينا 5 سلالات (A – B – C – D - E) فإننا سنحصل على 10 هجن فرديّة وفق المخطط الآتي:

بعد ذلك نقوم بأخذ كمّيات متساوية من بذور هذه الهجن، وخلطها معاً مشكلةٍ بذلك الجيل التّركيبي الأول Syn – 1.

- تزرع بذور الجيل التركيبي الأوّل، وتترك النّباتات للتلقيح المفتوح العشوائي لإنتاج الجيل التّركيبي الثاني Syn -2.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني لإنتاج Syn – 3.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثالث لإنتاج Syn – 4.

تستخدم بذور Syn – 3 و Syn – 4 في الإنتاج التجاري كأصناف تركيبية.

تستخدم بذور Syn – 2 عند إعادة تركيب الصّنف من جديد.

الفصل السابع

التحسين الوراثي للبطيخ الأحمر Genetic improvement of Water melon

يعد البطيخ الأحمر (الجبس) *Citrullus lanatus* L. من أهم خضار الفصيلة القرعية وأوسعها انتشاراً حيث تبلغ المساحة المزروعة بهذا المحصول في العالم حوالي 22 مليون دونم أكثر من 50% منها في قارة آسيا.

أما في سورية تفيد احصائيات وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي أن المساحة الإجمالية المزروعة بالبطيخ الأحمر قد بلغت في عام 2020 م حوالي 23163 هكتار، أعطت إنتاجاً قدره 328325 طن.

يعتبر الموطن الأصلي للبطيخ الأحمر هو وسط وجنوب القارة الأفريقية على جانبي خط الاستواء شمالاً وجنوباً.

تحتوي ثمار الجبس على كميات كبيرة من المواد الغذائية والسكريات والأملاح والفيتامينات.

البطيخ الأحمر من النباتات المحبة للحرارة والإضاءة، ويتأخر ظهور الأزهار المؤنثة شهراً كاملاً عن الأزهار المذكرة عندما تكون الإضاءة ضعيفة، لذلك لا يمكن زراعة البطيخ الأحمر في الظل بين صفوف الأشجار المثمرة الكبيرة.

يحتاج البطيخ الأحمر إلى كميات كافية من الماء، وخاصة في مراحل نموه الأولى حتى يتم تكوين المجموع الجذري، تحتاج النباتات إلى الرطوبة في فترتي الإزهار وتكوين الثمار، وقد يقف نمو النباتات، وتسقط الأزهار إذا ما انخفضت نسبة الرطوبة الجوية ورطوبة التربة عن حد معين.

أفضل الأراضي لزراعة البطيخ الأحمر هي الأراضي الطمية الخصبة الجيدة الصرف.

يزرع البطيخ بطرق عديدة وهذا يتعلق بطبيعة التربة ومساحة الأرض وإمكانية المزارع، ولكن بشكل عام تحضر الأرض وتنثر فيها الأسمدة اللازمة وتخطط إلى مساطب

عرضها 1.5 – 2 م وتزرع فيها البذور في حفر على ظهر المساطب على مسافة 1.5 – 2 م، ويوضع في كل حفرة 4 – 5 بذور. وقد تتم الزراعة بالطريقة الرطبة أو الجافة في حالة الزراعات المروية أو تحضر الأرض وتزرع البذور في خطوط بنفس المسافات السابقة في المناطق الرطبة وذات الأمطار الكافية في حالة الزراعات البعلية.

إنتاج بذار البطيخ الأحمر:

يتم وفق الخطوات التالية:

مسافة العزل: يجب أن لا تقل مسافة العزل عن 1000م، لأن أصناف البطيخ الأحمر تتلقح مع بعضها كما تلقح مع نبات الحنظل البري.

طريقة الزراعة: يزرع البطيخ الأحمر بالبذور اعتباراً من أواخر شهر آذار وحتى أواخر شهر نيسان. على خطوط المسافة بين الخط والآخر 2 م وبين النبات والآخر 40 – 50 سم، ويوضع في كل حفرة 4 – 5 بذور. وقد تتم الزراعة في صواني الإنبات ثم التشتيل في الحقل.

التنقية: تتم التنقية والتفتيش الحقلي للنباتات على خمس مراحل للتخلص من النباتات غير المرغوبة.

المرحلة الأولى: انتقاء الشتول (عند الزراعة في صواني الإنبات) وعند التفريد، بالإبقاء على الشتول السليمة والقوية.

المرحلة الثانية: وتتم في مرحلة النمو الخضري وذلك للتخلص من النباتات المخالفة في لون وشكل الأوراق والمريضة والضعيفة النمو والمشوهة.

المرحلة الثالثة: تتم في مرحلة الإزهار وذلك للتخلص من النباتات المخالفة في لون وشكل الأزهار وجنسها والمريضة والضعيفة النمو والمشوهة.

المرحلة الرابعة: تتم في مرحلة الإثمار حيث تستبعد فيها كل النباتات المخالفة في صفات الثمار.

المرحلة الخامسة: تتم في مرحلة الإثمار والنضج الحيوي بالإبقاء على النباتات ذات الثمار الكبيرة والسليمة والمطابقة للصنف. ويتم استخلاص البذور من الثمار الجيدة فقط. ويترك على النبات الواحد من 2 إلى 3 ثمار.

الحصاد واستخلاص البذور:

تحصد الثمار يدوياً وتستخلص البذور آلياً بتقطيع الثمار وفصل البذور عن اللب باستخدام الماء على طاولات ذات شبك مثقب يسمح بمرور الماء ويحتجز البذور. تجفف البذور بسرعة ثم تعقم بمبيدات حشرية وفطرية وتعبأ في أكياس خاصة. يتراوح إنتاج الدونم الواحد 25 – 35 كغ من البذور.

إنتاج بذار البطيخ الأحمر الهجين:

ويتبع التهجين اليدوي في الحصول على البذار الهجين للبطيخ الأحمر، وذلك باتباع المراحل الآتية:

1 – عزل الأزهار المذكرة في خطوط الآباء، والمؤنثة والخنثى بعد خصيها في خطوط الأمهات قبل 24 ساعة من تفتحها.

2 – قطف الأزهار المذكرة وإمرار مآبرها على مياسم الأزهار المؤنثة أو الخنثى المخصية، وإعادة العزل من جديد، بواسطة القطن أو كبسولة جيلاتينية.

3 – وضع علامة على الأزهار الملقحة كبطاقة تعريف مدون عليها المعلومات اللازمة، ويفضل تلقيح زهرة مؤنثة بزهرتين إلى ثلاث أزهار مذكرة لتحسين العقد.

إنتاج بذار البطيخ الأحمر اللابذري:

ينتج البطيخ الأحمر اللابذري وهو ثلاثي الصيغة الصبغية $2n = 3x$ وفق التالي:

1 – مضاعفة النباتات ثنائية الصيغة الصبغية عادة بالكولشيسين

$$2n = 2x \xrightarrow[\text{الكولشيسين}]{} 2n = 4x$$

2 – تهجن النباتات المضاعفة مع نباتات ثنائية الصيغة الصبغية

$$2n = 4x \quad \times \quad 2n = 2x$$

أب أم

$$2n = 3x$$

هجين ثلاثي الصيغة الصبغية

إن الهجين الثلاثي عقيم ولا تعقد أزهاره لذلك لا بد من زراعته إلى جانب خطوط من النباتات ثنائية الصيغة الصبغية وخصبة، حيث تعمل حبوب اللقاح على عقد الثمار بكرياً، وتكون الثمار أكبر حجماً ونسبة الحلاوة فيها مرتفعة وخالية من البذور.

طرائق التّحسين الوراثيّ للبطيخ الأحمر:

هناك نوعان رئيسان من الانتخاب يستعملان في التحسين الوراثي للبطيخ الأحمر، وهما الانتخاب الطبيعي الذي تقوم به الطبيعة لينتج عنه أفراد مهمّة تحمل صفات التأقلم أو صفات أخرى، أو انتخاب صناعي، وهو الذي يقوم به المحسّن الوراثيّ لتحسين صفة أو أكثر من الصّفات الوراثيّة المهمّة والمرغوبة، ويكون الانتخاب دائماً فعالاً فقط في حال الاختلافات الوراثيّة القابلة للتوريث، وقد لا يخلق الانتخاب التّباين، وإنما يعمل على الاختلافات الوراثيّة الموجودة أصلاً.

يستخدم للتحسين الوراثي للبطيخ الأحمر الطرائق التالية:

1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

تشمل معظم طرائق التّحسين الوراثيّ على هدف مشترك هو زيادة الإنتاج لأي نبات كماً ونوعاً في وحدة المساحة، وهناك صورتان للانتخاب الإجماليّ:

أ – انتخاب اجماليّ بسيط:

العام الأوّل: يتمّ انتخاب أفضل النّباتات، وتقلع النّباتات غير المرغوبة ليتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط، ثمّ نحصل على البذور، وتوضع في وعاء واحد.

العام الثّاني: تزرع النّباتات وتنتخب أفضلها، وتقلع النّباتات غير المرغوبة حتّى يتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط. وهكذا حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة في جملة الصّفات المرغوبة. وتستمر العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة.

ب – الانتخاب الإجماليّ المعدّل:

العام الأوّل: تتبع في النّباتات ثنائيّة الحول، تختلف هذه الطّريقة عن الانتخاب البسيط بأنه بعد انتخاب أفضل النّباتات وحصادها نقوم بعملية تقييم وفرز أخرى عليها لانتخاب المناسب منها.

العام الثاني: بعد عمليّة الانتخاب الثانية تزرع النّباتات في مكان معزول ليتم التّلقيح الخلطيّ فيما بينها. وتستمرّ العمليّة حتى الوصول إلى الصّنف المرغوب والتخلّص من الصّفات الرديئة.

2 – الانتخاب العائليّ Family selection:

في مثل هذه الطّريقة تنتخب العائلة بأكملها كوحدة مستقلة، أو تستبعد كوحدة بناء على قيمة متوسطها المظهري، ولا تؤخذ قيمة أفرادها الفرديّة في الاعتبار ودرجة القرابة بين أفراد هذه العائلة يجب أن تكون إخوة أشقاء أو غير أشقاء حيث إنّ الأفراد بعيدة درجة القرابة Remot relatives ليس لها أهميّة تذكر. ويتوقف استعمال الإخوة الأشقاء على قدرة الآباء على التناسل، وسرعته فإن انخفضت درجة التناسل في الآباء فيستحسن استعمال إخوة غير أشقاء. وله صور عدةّ أهمها:

أ – الانتخاب العائليّ دون عزل:

العام الأول: تنتخب أفضل النّباتات وتقلع البقية حتى لا يتمّ التّلقيح بينها، ثم نحصل على بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثاني: زراعة بذور كل نبات في خط ضمن قطعة أرض مستقلة دون العزل بين العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة. بعدها ننتخب نباتات من ضمن العائلة المتفوقة ويقلع الباقي، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتى الثامن: يستمر تكرار ما سبق ذكره حتّى الوصول إلى الهدف من عمليّة الانتخاب.

ب – الانتخاب العائليّ مع العزل:

العام الأوّل: تقيم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتّى لا يتمّ التّلقيح بينها، تجمع بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع بذور كلّ نبات في خط معزول حتّى لا يحدث تلقيح خلطيّ بين العائلات وتستبعد الرديئة، تنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات، وتجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتّى الثّامن: تزرع بذور كلّ نبات في أرض معزولة لمقارنة العائلات ببعضها، تستبعد الرّديئة وتنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات.

ميزات هذه الطريقة:

1. طريقة أكثر فعاليّة تحتاج إلى كثير من الجهد.
2. حدوث التّلقيح الذّاتي في النّباتات خلطيّة التّلقيح نتيجة العزل، الأمر الذي ينعكس سلبياً على حيويّة النّباتات، ويؤدّي إلى انخفاض في إنتاجيّتها، ممّا يصعب تقييمها.

ج – الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف:

إنّ الهدف من هذا الانتخاب هو توجيه عمليّة التّلقيح حيث لا يحصل التّلقيح بين النّباتات الجيدة والرّديئة.

العام الأوّل: يتمّ تقييم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات وتقلع بقية النّباتات الرّديئة حتّى يتمّ التّلقيح الخلطيّ بين النّباتات الجيدة، تجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع نصف كميّة البذور من كل وعاء في قطعة أرض مستقلّة، ويحفظ النصف الآخر، وتتمّ عمليّة تقييم للعائلات النّاتجة بعد تشكّل الثّمار، وينتخب نتيجتها أفضل العائلات.

العام الثّالث: نزرع النّصف الباقي من العائلات التي تفوقت في أرض مستقلّة، وتنتخب أفضل النّباتات في كل عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الرّابع: تزرع نصف الكميّة وتقارن العائلات، وتحدّد أفضل العائلات.

العام الخامس: نزرع النّصف المتبقي من العائلات المتفوّقة، وننتخب أفضل النّباتات من كلّ عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

ميزات هذه الطّريقة:

- توفير تكاليف العزل.
- توجيه الانتخاب بحيث يحصل تلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط.

3 – الأصناف التّركيبيّة Synthetic varieties:

اختيار الآباء:

عبارة عن سلالات أصيلة ناتجة عن تلقيح ذاتيّ إجباريّ يتراوح عددها من 4 – 10 سلالات، ويطلق على هذه السّلالات تسمية المكونات الأساسية للصنف التّركيبيّ Syn-0.

إنتاج الهجن الفرديّة:

بوساطة إجراء التّهجينات الممكنة جميعها بين هذه السّلالات، فإذا كان لدينا 5 سلالات (A – B – C – D - E) فإننا سنحصل على 10 هجن فرديّة وفق المخطط الآتي:

بعد ذلك نقوم بأخذ كمّيات متساوية من بذور هذه الهجن، وخلطها معاً مشكلةٍ بذلك الجيل التّركيبي الأول Syn – 1 .

- تزرع بذور الجيل التركيبي الأوّل، وتترك النّباتات للتلقيح المفتوح العشوائي لإنتاج الجيل التّركيبي الثاني Syn -2.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني لإنتاج Syn – 3.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثالث لإنتاج Syn – 4.

تستخدم بذور Syn – 3 و Syn – 4 في الإنتاج التجاري كأصناف تركيبية.

تستخدم بذور Syn – 2 عند إعادة تركيب الصّنف من جديد.

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفصل الثامن

التحسين الوراثي للملفوف العادي Genetic improvement of Cabbage

يعتبر الملفوف *Brassica oleracea var. capitata* L. من محاصيل الخضر الشتوية الهامة والغنية بالمواد الغذائية، يزرع في معظم دول العالم تقريباً، وفي كل الأجواء والظروف، ويعطي إنتاج كبير، وهو مادة غذائية هامة في الشتاء، يؤكل طازجاً أو مطبوخاً أو مصنعاً، ويتواجد في معظم أوقات السنة.

الملفوف من محاصيل الخضر الشديدة الحاجة للرطوبة وذلك بسبب كبر السطح التمثيلي وسرعة نموه من جهة وضعف انتشار مجموعه الجذري من جهة أخرى.

يعتبر الملفوف من نباتات النهار الطويل، وهو من محاصيل الخضر المحبة للضوء ولا يتحمل الظل وخاصة في مراحل نموه الأولى وأثناء تكوين الشتول، يمكن أن تنجح زراعته في جميع أنواع الترب، شريطة أن تكون خصبة جيدة التهوية والصرف وغنية بالأسمدة العضوية.

تبلغ المساحة المزروعة بالملفوف في سورية حسب احصائية وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي لعام 2020 حوالي 2760 هكتاراً، أعطت إنتاجاً قدره 58543 طن، وكانت الغلة 21211 كغ/هـ.

إنتاج بذور الملفوف:

مسافة العزل: نظراً لأن الأصناف المختلفة من الملفوف العادي، وكذلك الطرز الوراثية التابعة للنوع *Brassica oleracea* لها قابلية التلقيح فيما بينها، لذا يفضل عزل الحقول المتخصصة لإنتاج بذور الأصناف المختلفة مسافة لا تقل عن 2000 م في الظروف الحقلية المكشوفة، ومسافة لا تقل عن 600 م في الحقول المحمية بمصدات الرياح. ويفضل زيادة مسافة العزل كلما ازدادت مساحة الحقل المخصص لإنتاج البذور.

طريقة الزراعة: يزرع الملفوف عادةً عن طريق التشتيل، تزرع البذور في المشاتل في شهر نيسان وحتى شهر حزيران في المناطق الداخلية وتشتل في الأرض الدائمة في شهري تموز وآب، أما في المناطق الساحلية فتزرع البذور في تموز وآب ويتم تشتيلها في الأرض في شهري أيلول وتشرين الأول. تجهز أرض المشتل وتزرع البذور على سطور تبعد عن بعضها 15 سم وتغطى بطبقة من التراب وتروى مباشرة، ويتم تفريد البادرات في مرحلة تشكل الأوراق الحقيقية على بعد 15 سم، تقلع الشتول بعد شهرين من الزراعة بطول 12 – 15 سم وبقطر 1 سم مع مراعاة ري الأرض قبل قلع الشتول للسهولة في قلعها، يترك قسم من الشتول كاحتياطي في المشتل، وتكفي 100 غ من البذور لإعطاء 2500 – 3000 شتلة. تتم الزراعة في الحقل على خطوط تبعد عن بعضها 75 سم وبين النبات والآخر 50 سم، ويتم الترقيع بعد 10 أيام من التشتيل.

يتم إنتاج بذور الملفوف بإحدى الطريقتين:

1 – زراعة البذور إلى البذور.

2 – زراعة الرؤوس إلى البذور.

1 – طريقة زراعة البذور إلى البذور:

تزرع البذور في المشتل ويتم انتقاء أفضل الشتول وتستبعد النباتات المخالفة للصنف، وبعد التشتيل في الحقل تستبعد النباتات المريضة والضعيفة والمشوهة والمخالفة بلون وشكل الأوراق عند نضج الرؤوس، وتبقى النباتات المنتخبة (الرؤوس) في مكانها بالحقل حتى تزهر وتشكل ثماراً وبداخلها بذوراً. وفي هذه الحالة تكون النباتات رؤوساً صغيرة قبل الإزهار، أو تتجه نحو الإزهار مباشرة دون تكوين الرؤوس. ونظراً لرهافة فروع النباتات البذرية وتعرضها للكسر تحت تأثير الرياح، يفضل تثبيت دعائم خشبية ضمن سطور الزراعة بحيث توضع دعامة بعد كل ثلاث إلى أربع نباتات تشد إلى بعضها بعضاً بأسلاك. على أن تربط النباتات بهذه الأسلاك عدة مرات. المرة الأولى عندما يتراوح ارتفاع النبات بين 30 – 40 سم، والثانية أثناء الإزهار، والثالثة بعد تكوين البذور. كما

يفضل تطويش نهايات الفروع الثانوية المختلفة. أو الاقتصار على الساق الرئيسية وفروع الرتبة الثانية فقط، وذلك لاحتوائها على كمية كبيرة من الأزهار مقارنة مع نورات الرتب الأخرى، وهذا ما يساعد على زيادة كمية البذار وتحسين نوعيته. أما بالنسبة للأصناف المحلية من الملفوف، والتي تتهيأ للإزهار سريعاً في ظروفنا المناخية حيث الشتاء المعتدل، فإنه يمكن الحصول على البذور خلال موسم واحد على أن يراعى موعد التشتيل. بحيث تصل النباتات إلى مرحلة النضج الاستهلاكي (تشكل الرأس المندمج) خلال فصل الشتاء، حتى تتعرض للحرارة المنخفضة وتجتاز مرحلة الارتباع الضرورية للتحريض على الإزهار، لتنتقل بعدها إلى الإزهار في فصل الربيع حيث الحرارة المعتدلة والجو الرطب. وفي هذه الحالة يفضل زراعة البذور في 20 – 25 تموز على أن يتم التشتيل ما بين 20 آب لغاية 15 أيلول.

2 – طريقة زراعة الرؤوس إلى البذور: بعد تشكل رؤوس الملفوف نقوم بحصادها وانتخاب الرؤوس الكبيرة المندمجة وذات الساق الداخلية القصيرة والمطابقة للصنف ويفضل تخزينها كاملة بعد إزالة الأوراق الخارجية على درجة 0 مْ ورطوبة 90 – 95% حتى أوائل الربيع، حيث يعاد زراعتها بهدف إنتاج البذور.

قبل زراعة الرؤوس نقلم الأوراق المغلفة للبرعم الطرفي ونعمل شقين متعامدين (+) بعمق 3 سم في كل رأس لمساعدة خروج الشمراخ الزهري. تزرع الرؤوس على خطوط تبعد عن بعضها من 60 – 80 سم وبين النبات والآخر 40 – 60 سم تبعاً للصنف.

الحصاد واستخلاص البذور:

تنضج الثمار بنفس الترتيب التي تكونت به على النورة، وأنسب وقت للحصاد جفاف الثمار الأولى على النبات، حيث يلاحظ اصفرار نسبة كبيرة من الثمار على النبات، ويعرف نضج البذور بعد سحقها عند الضغط عليها بين الأصابع (نضج البذور في نورات النبات لا يتم بوقت واحد) ويراعى عدم التأخير في الحصاد لأن ذلك يؤدي إلى تفتح الثمار السفلى، وانتثار بذورها، كما يفضل حصاد النباتات على دفعات قبل انتثارها، وذلك

تبعاً لدرجة النضج. تنضج البذور عادة خلال فترة تتراوح من 90 – 135 يوماً بعد التشتيل. يتم الحصاد بقطع الحوامل الثمرية بالسكاكين أو بآلة حادة قاطعة، وتترك في الحقل حتى يستكمل النضج الفيزيولوجي للبذور من أسبوع إلى ثلاثة أسابيع حتى تمام النضج، ثم تجمع النباتات على شكل أكوام وتوضع في مكان ظليل ومهوى، وتترك مدة تتراوح بين أسبوع وعدة أسابيع حتى تجف. بعدها تفصل الثمار عن الحوامل بالدراس ثم تذرى للحصول على البذور ثم تنظف وتجفف حتى تنخفض رطوبتها إلى 12 – 13%، على أن يراعى التجفيف الشمسي حتى لا تفقد البذور حيويتها. بعد التجفيف تعقم بمبيدات حشرية وفطرية، وتعبأ في أكياس خاصة وتخزن. يتراوح متوسط إنتاج الدونم من البذور 50 – 100 كغ.

إنتاج بذار الملفوف الهجين:

أ – يدوياً: يتم إجراء التهجين اليدوي في مراكز البحوث، تخصى أزهار نباتات الأمهات قبل تفتحها بيوم واحد، ثم تجمع حبوب اللقاح من أزهار متفتحة ومعزولة، ثم تنقل إلى المياسم مباشرة لتتم عملية التهجين يدوياً. أي يمكن الخصي والتهجين بنفس الوقت، مع إجراء عملية العزل بعد إجراء عملية التهجين للأزهار.

ب – تجارياً: يعتمد إنتاج البذار الهجين في الملفوف على ظاهرة عدم التوافق الذاتي، التي تضمن الحصول على بذور هجينة دون إجراء عملية الخصي. ويتم الحصول على بذور الملفوف الهجينة وفق الخطوات التالية:

- انتخاب عدة نباتات ذات صفات مرغوبة تجارياً.
- تربى الآباء المنتخبة ذاتياً لمدة أجيال باستخدام التلقيح البرعمي. حيث ستؤدي التربية الذاتية لعدة أجيال إلى الحصول على سلالات نقية لعوامل عدم التوافق الذاتي (S_1S_1)، (S_2S_2)، (S_3S_3)، (S_4S_4).....
- زراعة بذور سلالات الآباء في خطوط وبالتبادل (S_1S_1) و (S_2S_2) وتترك للتلقيح الطبيعي عن طريق الحشرات.

- تجمع البذور الهجينة من كلا الخطين، وبذلك نحصل على أكبر كمية ممكنة من البذار الهجين (S_1S_2) في وحدة المساحة.

طرائق التّحسين الوراثيّ للملفوف العادي:

هناك نوعان رئيسان من الانتخاب يستعملان في التحسين الوراثي للملفوف العادي، وهما الانتخاب الطبيعي الذي تقوم به الطبيعة لينتج عنه أفراد مهمّة تحمل صفات التأقلم أو صفات أخرى، أو انتخاب صناعي وهو الذي يقوم به المحسّن الوراثيّ لتحسين صفة أو أكثر من الصّفات الوراثيّة المهمّة والمرغوبة، ويكون الانتخاب دائماً فعالاً فقط في حال الاختلافات الوراثيّة القابلة للتوريث، وقد لا يخلق الانتخاب التّباين، وإنما يعمل على الاختلافات الوراثيّة الموجودة أصلاً.

ويستخدم لتحسين نباتات الملفوف العادي الطرائق الآتية:

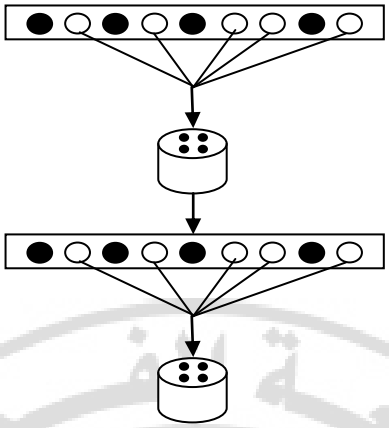
1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

تشمل معظم طرائق التّحسين الوراثيّ على هدف مشترك هو زيادة الإنتاج لأي نبات كماً ونوعاً في وحدة المساحة، وهناك صورتان للانتخاب الإجماليّ:

أ – انتخاب اجماليّ بسيط:

العام الأوّل: يتمّ انتخاب أفضل النّباتات، وتقلع النّباتات غير المرغوبة ليتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط، ثمّ نحصل على البذور وتوضع في وعاء واحد.

العام الثّاني: تزرع النّباتات وتنتخب أفضلها وتقلع النّباتات غير المرغوبة حتّى يتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط. وهكذا حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة في جملة الصّفات المرغوبة. وتستمر العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة. مخطط (22).



مخطّط (22): انتخاب اجماليّ بسيط

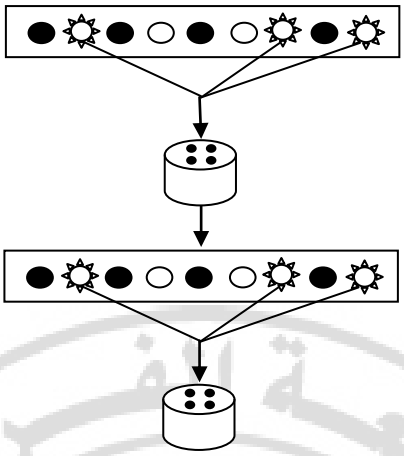
ب – الانتخاب الإجماليّ المعدّل:

العام الأوّل: تتبع في النّباتات ثنائيّة الحول، تختلف هذه الطّريقة عن الانتخاب البسيط بأنه بعد انتخاب أفضل النّباتات، وحصادها نقوم بعملية تقييم وفرز أخرى عليها لانتخاب المناسب منها.

في الملفوف ننتخب أفضل النّباتات القابلة للتخزين وتزرع هذه النّباتات المنتخبة في هذا العام أو تخزن لتزرع في العام القادم.

العام الثاني: بعد عمليّة الانتخاب الثانية تزرع النّباتات في مكان معزول ليتم التّلقيح الخلطيّ فيما بينها.

وتستمرّ العمليّة حتى الوصول إلى الصّنف المرغوب، والتخلّص من الصّفات الرديئة. مخطط (23).



مخطّط (23): انتخاب إجماليّ معدّل

2 – الانتخاب العائليّ Family selection:

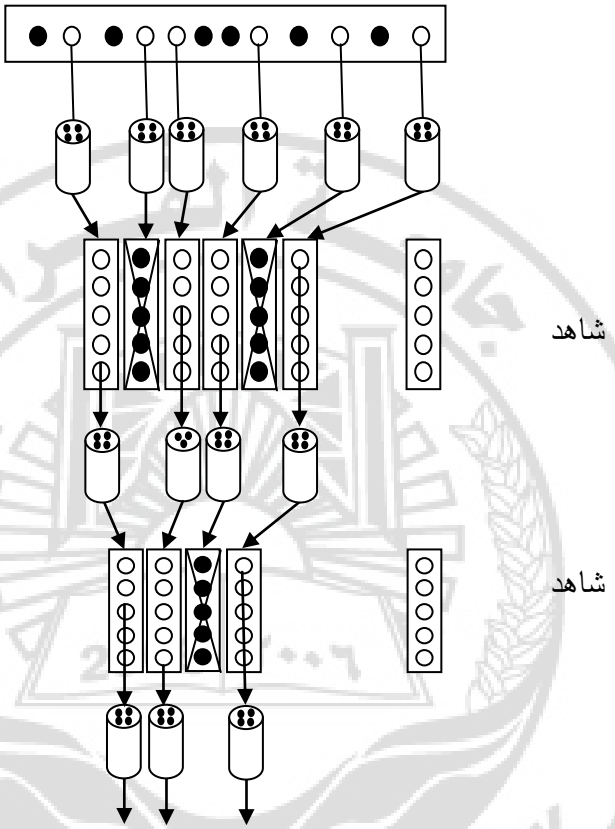
في مثل هذه الطّريقة تنتخب العائلة بأكملها كوحدة مستقلة، أو تستبعد كوحدة بناء على قيمة متوسطها المظهري، ولا تؤخذ قيمة أفرادها الفرديّة في الاعتبار، ودرجة القرابة بين أفراد هذه العائلة يجب أن تكون إخوة أشقاء أو غير أشقاء حيث إنّ الأفراد بعيدة درجة القرابة ليس لها أهميّة تذكر. ويتوقف استعمال الإخوة الأشقاء على قدرة الآباء على التناسل، وسرعته فإذا انخفضت درجة التناسل في الآباء فيستحسن استعمال إخوة غير أشقاء. وله صور عدةّ أهمها:

أ – الانتخاب العائليّ دون عزل:

العام الأول: تنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتى لا يتمّ التّلقيح بينها، ثم نحصل على بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثاني: زراعة بذور كل نبات في خط ضمن قطعة أرض مستقلة دون العزل بين العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة. بعدها ننتخب نباتات من ضمن العائلة المتفوقة، ويقلع الباقي، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتى الثامن: يستمر تكرار ما سبق ذكره حتّى الوصول إلى الهدف من عمليّة الانتخاب.



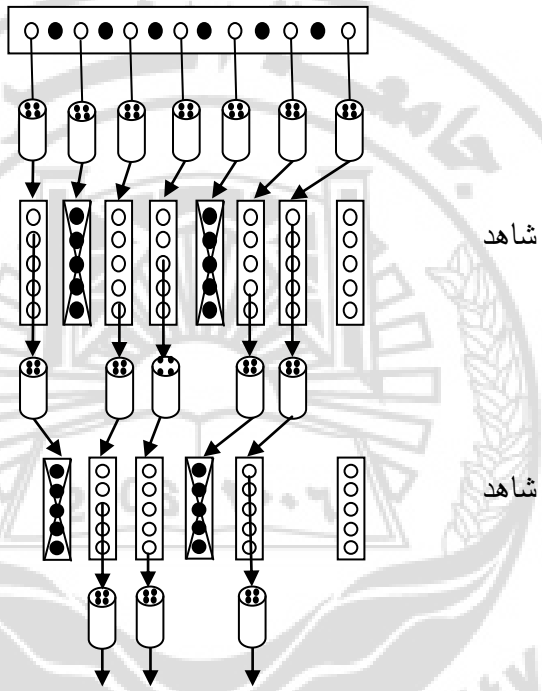
مخطط (24): الانتخاب العائليّ بدون عزل

ب – الانتخاب العائليّ مع العزل:

العام الأوّل: تقيم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتّى لا يتمّ التّلقيح بينها، تجمع بذور كلّ نبات في، وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع بذور كلّ نبات في خط معزول حتّى لا يحدث تلقيح خلطيّ بين العائلات وتستبعد الرديئة، تنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات، وتجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتّى الثّامن: تزرع بذور كلّ نبات في أرض معزولة لمقارنة العائلات ببعضها، تستبعد الرّديئة وتنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات. مخطط (25).



مخطّط (25): الانتخاب العائليّ مع العزل

ميزات هذه الطريقة:

1. طريقة أكثر فعاليّة تحتاج إلى كثير من الجهد.
2. حدوث التّلقيح الذّاتي في النّباتات خلطيّة التّلقيح نتيجة العزل، الأمر الذي ينعكس سلبياً على حيويّة النّباتات، ويؤدّي إلى انخفاض في إنتاجيّتها، ممّا يصعب من تقييمها.

ج – الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف:

إنّ الهدف من هذا الانتخاب توجيه عمليّة التّلقيح حيث لا يحصل التّلقيح بين النّباتات الجيدة والرّديئة.

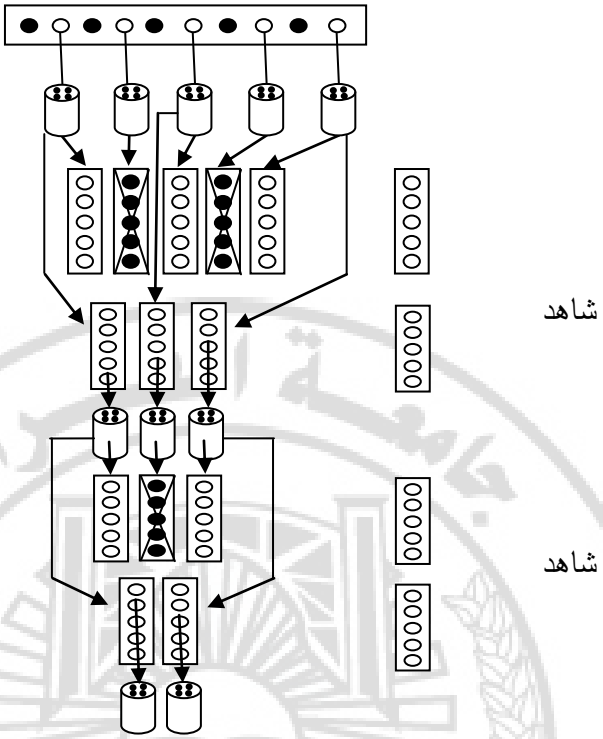
العام الأوّل: يتمّ تقييم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات وتقلع بقية النّباتات الرّديئة حتّى يتمّ التّلقيح الخلطيّ بين النّباتات الجيدة، تجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع نصف كميّة البذور من كل وعاء في قطعة أرض مستقلّة، ويحفظ النصف الآخر، وتتمّ عمليّة تقييم للعائلات النّاتجة بعد تشكّل الثّمار، وينتخب نتيجتها أفضل العائلات.

العام الثّالث: نزرع النّصف الباقي من العائلات التي تفوقت في أرض مستقلّة، وتنتخب أفضل النّباتات في كل عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الرّابع: تزرع نصف الكميّة وتقارن العائلات، وتحدّد أفضل العائلات.

العام الخامس: نزرع النّصف المتبقي من العائلات المتفوّقة، وننتخب أفضل النّباتات من كلّ عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل. مخطط (26).



مخطّط (26): الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف

ميزات هذه الطّريقة:

توفير في تكاليف العزل، وتوجيه الانتخاب بحيث يحصل تلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط.

3 – الأصناف التّركيبيّة Synthetic varieties:

أولاً: اختيار الآباء:

عبارة عن سلالات أصيلة ناتجة عن تلقيح ذاتيّ إجباريّ يتراوح عددها من 4 – 10 سلالات، ويطلق على هذه السّلالات تسمية المكونات الأساسية للصنف التّركيبيّ Syn-0.

ثانياً: إنتاج الهجن الفرديّة:

بوساطة إجراء التّهجينات الممكنة جميعها بين هذه السّلالات، فإذا كان لدينا 5 سلالات (A – B – C – D - E) فإننا سنحصل على 10 هجن فرديّة. بعد ذلك نقوم بأخذ كمّيات متساوية من بذور هذه الهجن، وخلطها معاً مشكلةٍ بذلك الجيل التّركيبي الأول1 – Syn.

- تزرع بذور الجيل التركيبي الأوّل، وتترك النّباتات للتلقيح المفتوح العشوائي لإنتاج الجيل التّركيبي الثاني 2- Syn.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني لإنتاج 3 – Syn.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثالث لإنتاج 4 – Syn.

تستخدم بذور 3 – Syn و 4 – Syn في الإنتاج التجاري كأصناف تركيبية.

تستخدم بذور 2 – Syn عند إعادة تركيب الصّنف من جديد.

الفصل التاسع

التحسين الوراثي للقرنبيط Genetic improvement of Cauliflower

القرنبيط *Brassica oleracea var. botrytis* L. نبات عشبي يتبع الفصيلة الصليبية Brassicaceae وهو ثنائي الحول حيث يتشكل المجموع الخضري والرأس المستخدم في التغذية في موسم النمو الأول في حين يحدث الإزهار في موسم النمو الثاني، ويحتل المرتبة الثانية بعد الملفوف من حيث الخضار المزروعة بالخضار الصليبية.

يعتبر القرنبيط من محاصيل الخضر الهامة وذلك لاحتواء أقراصه الزهرية على كميات كبيرة من العناصر الغذائية، إذ يحتوي على نسبة مرتفعة من البروتينات، وعلى كمية كبيرة من الأملاح المعدنية والفيتامينات.

القرنبيط من النباتات المحبة للجو الدافئ و أقل تحملاً لانخفاض درجات الحرارة مقارنة مع الملفوف، وهو من محاصيل الخضر المحبة للرطوبة بشكل كبير خاصة خلال فترة نمو السطح التمثيلي وتكوين الأقراص الزهرية، يتطلب للإضاءة بشكل كبير وخاصة في المراحل الأولى من حياة النبات، تنجح زراعته في الأراضي الخصبة المفككة الغنية بالمادة العضوية، ولا ينصح بزراعته في الأراضي الفقيرة والكتيمة وذات مستوى الماء الأرضي المرتفع.

تبلغ المساحة بالقرنبيط في سورية لعام 2020 حسب احصائية وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي حوالي 2110 هكتاراً، أعطت إنتاج قدره 36151 طن، بمعدل إنتاجية 17133 كغ/هـ.

إنتاج بذور أصناف القرنبيط:

مسافة العزل: عند إنتاج بذور القرنبيط تراعى مسافة العزل على أن لا تقل عن 1 كم بين صنفين مختلفين. وتزداد هذه المسافة لتصل إلى 1500 م عند زراعة طرز مختلفة بسبب القابلية الكبيرة للتلقيح الخلطي فيما بينها.

طريقة الزراعة: تزرع البذور في المشتل على سطور بمسافة 20 سم، وتفرد عل بعد 15 سم، يتم التشتيل في شهر آب على خطوط 75 سم و 50 سم بين النباتات. تشتل البادرات عندما تصل إلى مرحلة 5 – 7 أوراق، ويتم التخلص من النباتات المريضة وغير الملائمة لهدف التربية.

التنقية: تتم التنقية على ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى: أثناء انتقاء الشتول، حيث يراعى انتخاب الشتول القوية والمتجانسة.

المرحلة الثانية: إثناء النمو الخضري وقبل الإزهار حيث يتم إزالة النباتات المخالفة في شكل ولون الأوراق وعددها ودرجة تجعدها، وكذلك النباتات الضعيفة والمريضة.

المرحلة الثالثة: أثناء تكوين الأقراص الزهرية حيث تزال النباتات السابقة التي أغفلناها، والنباتات المخالفة في لون القرص وشكله والنباتات ذات الأقراص غير المندمجة. وتنتخب الأقراص الكبيرة المنتظمة الشكل والبيضاء اللون. بعد ذلك تترك النباتات في الحقل لحين أزهارها وتشكيل الثمار والبذور.

الحصاد واستخلاص البذور:

تنضج البذور عادة في شهر أيار، خلال 50 – 60 يوماً من الإزهار. تقلع النباتات وتحصد الحوامل الثمرية عندما تكون 70% من القرون باللون البني (الأحمر القرمزي) حيث تجمع الحوامل على شكل أكوام، وتترك في مكانها لإتمام النضج لمدة أسبوع، ثم تنقل بعدها إلى مكان ظليل ومهوى وتترك حتى تجف تماماً. وبعد الجفاف تفصل الثمار عن الحوامل ثم تذرى للحصول على البذور. ويتراوح إنتاج الدونم الواحد من البذور 25 – 50 كغ.

إنتاج بذار القرنبيط الهجين:

إن تنقية إنتاج البذار الهجين عند القرنبيط مماثلة لتلك المتبعة عند الملفوف، حيث تزرع السلالات النقية والتي تحمل عوامل عدم التوافق الذاتي (S_1S_1 و S_2S_2) في خطوط متبادلة، ونحصل على البذور الهجينة (S_1S_2) من كلا السلالتين.

طرائق التّحسين الوراثيّ للقرنبيط:

يستخدم لتحسين نباتات القرنبيط الطرائق الآتية:

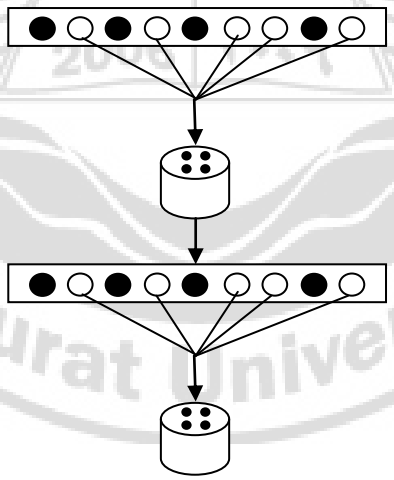
1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

تشمل معظم طرائق التّحسين الوراثيّ على هدف مشترك هو زيادة الإنتاج لأي نبات كماً ونوعاً في وحدة المساحة، وهناك صورتان للانتخاب الإجماليّ:

أ – انتخاب اجماليّ بسيط:

العام الأوّل: يتمّ انتخاب أفضل النّباتات، وتقلع النّباتات غير المرغوبة ليتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط، ثمّ نحصل على البذور، وتوضع في وعاء واحد.

العام الثّاني: تزرع النّباتات، وتنتخب أفضلها، وتقلع النّباتات غير المرغوبة حتّى يتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط. وهكذا حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة في جملة الصّفات المرغوبة. وتستمر العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة. مخطط (27).



مخطّط (27): انتخاب اجماليّ بسيط

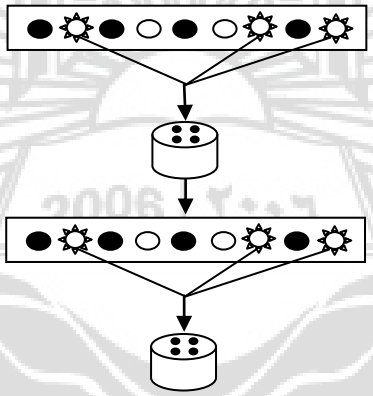
ب – الانتخاب الإجماليّ المعدّل:

العام الأوّل: تتبع في النّباتات ثنائيّة الحول، تختلف هذه الطّريقة عن الانتخاب البسيط بأنه بعد انتخاب أفضل النّباتات، وحصادها نقوم بعملية تقييم وفرز أخرى عليها لانتخاب المناسب منها.

في القرنبيط ننتخب أفضل النّباتات القابلة للتخزين وتزرع هذه النّباتات المنتخبة في هذا العام أو تخزن لتزرع في العام القادم.

العام الثاني: بعد عمليّة الانتخاب الثانية تزرع النّباتات في مكان معزول ليتم التّلقيح الخلطيّ فيما بينها.

وتستمرّ العمليّة حتى الوصول إلى الصّنف المرغوب، والتخلّص من الصّفات الرديئة. مخطط (28).



مخطّط (28): انتخاب إجماليّ معدّل

2 – الانتخاب العائليّ Family selection:

في مثل هذه الطّريقة تنتخب العائلة بأكملها كوحدة مستقلة، أو تستبعد كوحدة بناء على قيمة متوسطها المظهري، ولا تؤخذ قيمة أفرادها الفرديّة في الاعتبار، ودرجة القرابة بين أفراد هذه العائلة يجب أن تكون إخوة أشقاء أو غير أشقاء حيث إنّ الأفراد بعيدة درجة القرابة Remot relatives ليس لها أهميّة تذكر. ويتوقف استعمال الإخوة الأشقاء على

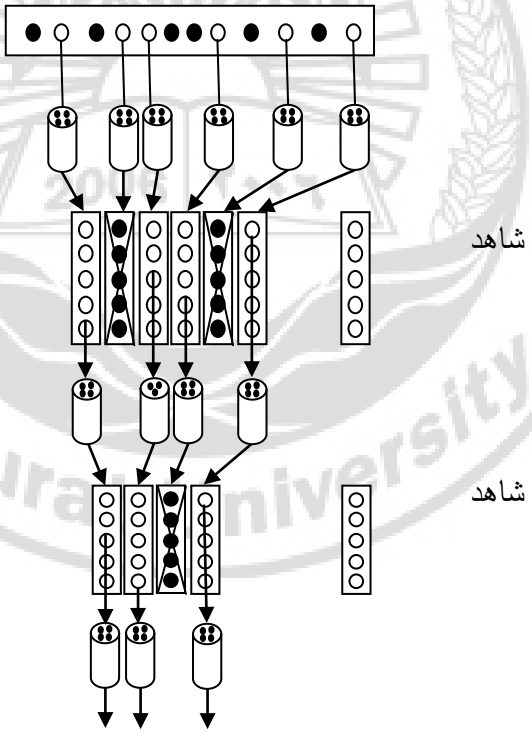
قدرة الآباء على التناسل، وسرعته فإذا انخفضت درجة التناسل في الآباء فيستحسن استعمال إخوة غير أشقاء. وله صور عدةّ أهمها:

أ – الانتخاب العائليّ دون عزل:

العام الأول: تنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتى لا يتمّ التّلقيح بينها، ثم نحصل على بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثاني: زراعة بذور كل نبات في خط ضمن قطعة أرض مستقلة دون العزل بين العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة. بعدها ننتخب نباتات من ضمن العائلة المتفوقة، ويقلع الباقي، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتى الثامن: يستمر تكرار ما سبق ذكره حتّى الوصول إلى الهدف من عمليّة الانتخاب. مخطط (29).



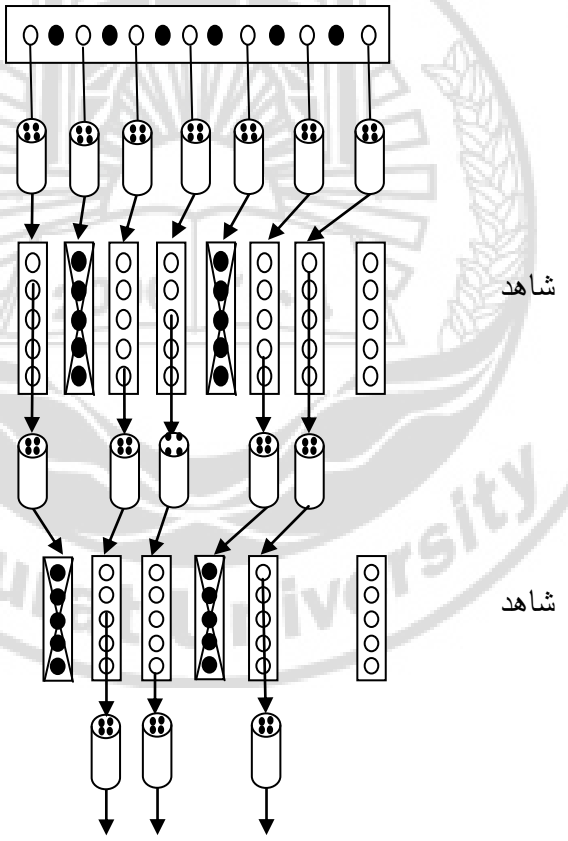
مخطط (29): الانتخاب العائليّ بدون عزل

ب – الانتخاب العائليّ مع العزل:

العام الأوّل: تقيم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتّى لا يتمّ التّلقيح بينها، تجمع بذور كلّ نبات في، وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع بذور كلّ نبات في خط معزول حتّى لا يحدث تلقيح خلطيّ بين العائلات وتستبعد الرديئة، تنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات، وتجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتّى الثّامن: تزرع بذور كلّ نبات في أرض معزولة لمقارنة العائلات ببعضها، تستبعد الرّديئة وتنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات. مخطط (30).



مخطّط (30): الانتخاب العائليّ مع العزل

ميزات هذه الطريقة:

1. طريقة أكثر فعاليّة تحتاج إلى كثير من الجهد.
2. حدوث التّلقيح الذّاتي في النّباتات خلطيّة التّلقيح نتيجة العزل، الأمر الذي ينعكس سلبياً على حيويّة النّباتات، ويؤدّي إلى انخفاض في إنتاجيّتها، ممّا يصعب من تقييمها.

ج – الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف:

إنّ الهدف من هذا الانتخاب توجيه عمليّة التّلقيح حيث لا يحصل التّلقيح بين النّباتات الجيدة والرّديئة.

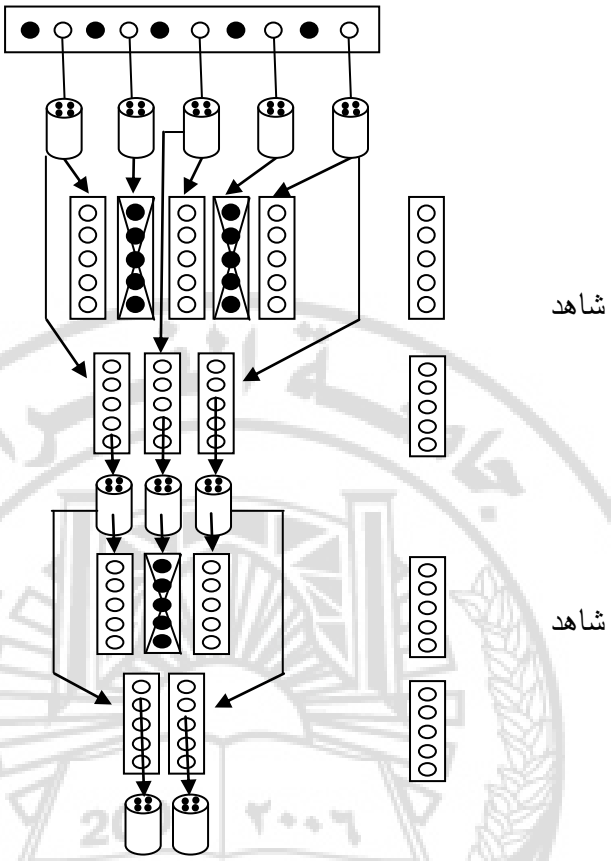
العام الأوّل: يتمّ تقييم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات وتقلع بقية النّباتات الرّديئة حتّى يتمّ التّلقيح الخلطيّ بين النّباتات الجيدة، تجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع نصف كميّة البذور من كل وعاء في قطعة أرض مستقلّة، ويحفظ النصف الآخر، وتتمّ عمليّة تقييم للعائلات النّاتجة بعد تشكّل الثّمار، وينتخب نتيجتها أفضل العائلات.

العام الثّالث: نزرع النّصف الباقي من العائلات التي تفوقت في أرض مستقلّة، وتنتخب أفضل النّباتات في كل عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الرّابع: تزرع نصف الكميّة وتقارن العائلات، وتحدّد أفضل العائلات.

العام الخامس: نزرع النّصف المتبقي من العائلات المتفوّقة، وننتخب أفضل النّباتات من كلّ عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل. مخطط (31).



مخطّط (31): الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف

ميزات هذه الطّريقة:

- توفير تكاليف العزل.
- توجيه الانتخاب بحيث يحصل تلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط.

3 – الأصناف التّركيبيّة Synthetic varieties:

يتمّ إنتاج الأصناف التّركيبيّة وفق المراحل الآتية:

اختيار الآباء:

عبارة عن سلالات أصيلة ناتجة عن تلقيح ذاتيّ إجباريّ يتراوح عددها من 4 – 10 سلالات، ويطلق على هذه السّلالات تسمية المكونات الأساسية للصنف التّركيبيّ0- Syn.

إنتاج الهجن الفرديّة:

بوساطة إجراء التّهجينات الممكنة جميعها بين هذه السّلالات، فإذا كان لدينا 5 سلالات (A – B – C – D - E) فإننا سنحصل على 10 هجن فرديّة.

بعد ذلك نقوم بأخذ كمّيات متساوية من بذور هذه الهجن، وخلطها معاً مشكلةٍ بذلك الجيل التّركيبي الأول1 – Syn.

- تزرع بذور الجيل التركيبي الأوّل، وتترك النّباتات للتلقيح المفتوح العشوائي لإنتاج الجيل التّركيبي الثاني 2- Syn.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني لإنتاج 3 – Syn.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثالث لإنتاج 4 – Syn.

تستخدم بذور 3 – Syn و 4 – Syn في الإنتاج التجاري كأصناف تركيبية.

تستخدم بذور 2 – Syn عند إعادة تركيب الصّنف من جديد.

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفصل العاشر

التحسين الوراثي للبصل Genetic improvement of Onion

يعتبر البصل *Allium cepa* L من محاصيل الخضر ذات الجو البارد والمائل للاعتدال، ولا يتطلب البصل الحرارة كثيراً في أطوار نموه المختلفة، وتختلف المتطلبات الضوئية لنبات البصل تبعاً لمراحل نموه، فهو أقل احتياجاً أثناء النمو الخضري، بينما تزداد الحاجة عندما يتجه النبات إلى تكوين الأبصال،

كما يحتاج البصل كمية كبيرة من الرطوبة، وبالرغم من ضعف المجموع الجذري والقدرة الامتصاصية لنبات البصل فهو يحتاج إلى تربة خصبة مفككة، ويزرع البصل في الأراضي كافة، من الرملية إلى الطينية الثقيلة، إلا أن أنسبها هي الأراضي الصفراء المفككة والخصبة ، جيدة الصرف، الغنية بالمواد العضوية.

يؤكل البصل الأخضر طازجاً ويستعمل الجاف (الرؤوس) طازجاً أيضاً وفي السلطات كما يطهى مع الكثير من الأغذية لإكسابها نكهة جيدة، وتصنع منه شوربة البصل، وقد يجفف البصل على هيئة شرائح أو مسحوق حيث يضاف للأطعمة قبل طهيها.

الموطن الأصلي للبصل هو آسيا الوسطى وآسيا الصغرى والقفقاس وإيران ومنطقة البحر الأبيض المتوسط.

تبلغ المساحة المزروعة بالبصل في سورية حسب إحصائية وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي لعام 2020 حوالي 3208 هكتاراً، أعطت إنتاجاً وقدره 41411 طن، وكانت الغلة 12910 كغ/هـ.

إنتاج بذور أصناف البصل:

يعد إنتاج بذار البصل صعب جداً مقارنة مع إنتاج بذور المحاصيل الأخرى. ويرجع السبب في ذلك لكون نبات البصل ثنائي الحول، أو ثلاثي الحول، وقد يكون حولياً أحياناً، وهذا يعني أن إنتاج بذوره سيمر بعدة مراحل تبعاً لطبيعة الصنف المزروع. فالأصناف

الحريفة عادةً ثلاثية الحول، تزرع البذور في الموسم الأول للحصول على بصيلات القزح، وفي الموسم الثاني تزرع البصيلات للحصول على الأبصال الأمهات (البصل الاستهلاكي)، وفي الموسم الثالث تزرع الأبصال لإنتاج البذور. أما الأصناف معتدلة الحرافة وغير الحريفة فهي ثنائية الحول، حيث تزرع البذور في الموسم الأول لإنتاج الأبصال، وفي الموسم الثاني تزرع الأبصال لإنتاج البذور، والمهم في هذه الحال اجتياز الأبصال بعد نضجها المرحلة الحرارية الضرورية لتهيئتها للإزهار (الارتباع).

لكن الطريقة الحديثة في إنتاج البذور تقوم على أساس إنتاج البذور خلال موسم زراعي واحد. وفي هذه الطريقة تستمر النباتات في الحقل من زراعة البذور وحتى إعادة تكوينها ونضجها. إلا أن مدى نجاح هذه الطريقة يتوقف على اختيار الموعد الأمثل للزراعة. إذ تكون نسبة الأزهار مرتفعة كلما كان حجم النباتات كبيراً أثناء تعرضها للبرودة، لذلك فإن الزراعة في الجو الدافئ شهر أيلول تسمح للنباتات بتشكيل مجموع خضري كبير قبل تعرضها للبرودة، مما يزيد من نسبة النباتات المزهرة.

طريقة إنتاج بذور البصل:

يتم إنتاج بذور البصل على مرحلتين:

أولاً: إنتاج بذور البصل من البذرة إلى البذرة:

وتتم وفق الخطوات التالية:

مسافة العزل: من أجل الحصول على بذور نقية يفضل تغليف النورة قبل تفتح الأزهار مباشرة، أو زراعة الأصناف بعيداً عن بعضها مسافة لا تقل عن 1500 – 2000م في الحقول المكشوفة عند إنتاج بذور الأساس و 700م عند إنتاج البذور المعتمدة.

طريقة الزراعة: تتم زراعة البذور في شهر تشرين الأول وتترك في مكانها لحين إنتاج البذور في العام نفسه. تزرع البذور على عمق 1.5سم، وبمعدل 1 كغ بذور للدونم. تستمر النباتات في النمو الخضري، ثم تتعرض للبرودة خلال فصل الشتاء فتتهيأ للإزهار.

وللحصول على محصول جيد من البذور يجب زيادة عدد خلايا النحل في وحدة المساحة، بمعدل 2 – 3 خلايا نحل لكل دونم، على أن لا تبعد الخلية الواحدة مسافة تزيد عن 500 م عن أبعد نقطة في الحقل، لأن النحل لا يفضل كثيراً أزهار البصل عند وجود محاصيل أخرى.

التنقية: يتم التخلص من النباتات غير المرغوبة على مرحلتين من التنقية والتفتيش الحقلي هي:

الأولى: وهي مرحلة النمو الخضري وفيها تزال النباتات المخالفة في شكل ولون الأوراق والنباتات التي تتجه إلى الإزهار مبكراً، والمريضة والضعيفة النمو.

الثانية: عند بداية الإزهار حيث تزال النباتات المخالفة في لون الأزهار والنباتات المريضة والضعيفة النمو والمشوهة.

ومن أهم عيوب هذه الطريقة أن لا يتم استبعاد الأبصال المخالفة للصنف وغير المرغوبة. كما تتطلب استخدام بذور أساس عالية الجودة.

الحصاد واستخلاص البذور:

تظهر الحوامل الزهرية في أوائل شهر آذار، وتتفتح الأزهار مع بداية شهر نيسان وتنضج البذور في شهر حزيران. تحصد النورات عندما تتشكل البذور السوداء في 5% من النورات لأن الثمار تتفتح وتتناثر البذور، لذلك يفضل حصاد البذور على دفعتين، الدفعة الأولى تحصد 70% من النورات والدفعة الثانية 30% من النورات المتبقية.

يتم حصاد البذور باكراً للتقليل من فقد البذور بالإنتثار، تقطع النورة بسكين حادة مع 20 سم من الحامل الزهري. تنشر النورات وتعرض للشمس مع تقليبها لمدة اسبوعين. بعد ذلك يتم الضرب باليد على النورات أو تستخرج البذور بالدراس، ثم تغربل لاستبعاد الشوائب والبذور الخفيفة، وأحياناً توضع في الماء لمدة دقيقتين حيث تطفو كافة الشوائب على سطح الماء ثم تصفى وتجفف سريعاً بالشمس.

يبلغ إنتاج الدونم 50 – 100 كغ. وهذا الاختلاف الكبير يعود لعوامل عديدة منها قدرة الصنف الإنتاجية والظروف السائدة، ومسافات الزراعة وموعد الزراعة والعمليات الزراعية المقدمة للنباتات، ونسبة الإصابة بالأمراض وأخيراً كثافة الحشرات الملقحة ونشاطها في الحقل أثناء الإزهار.

ثانياً: إنتاج البذور من البصلة للبذرة:

يتم إنتاج الأبصال في العام الأول ثم تزرع هذه الأبصال في موسم النمو الثاني لإنتاج محصول البذور:

المرحلة الأولى: زراعة البذور وإنتاج الأبصال الكبيرة، تزرع البذور في أيلول وتشرين الأول ونحصل على الأبصال الكبيرة في أيار وحزيران وإن زراعة دونم واحد يعطي أبصالاً تكفي لزراعة من 5 – 6 دونم لإنتاج البذور.

التنقية: تتم عمليات التنقية والتفتيش الحقلي للتخلص من النباتات والأبصال غير المرغوبة كما يلي:

1– قبل نضج الأبصال، تزال جميع النباتات المخالفة في شكل الأوراق والنمو الخضري، ولون الساق والنباتات التي تتجه نحو الشمرخة والإزهار والنباتات المتأخرة في النضج، والنباتات المريضة والمشوهة.

2 – بعد حصاد الأبصال تفرز وتستبعد الأبصال المزدوجة منها والغريبة والمتشمرخة، وغير المطابقة للصنف في الشكل واللون والحجم، والأبصال ذات الأعناق السمكية، والمجروحة والمصابة بالأمراض.

بعد فرز الأبصال وتجفيفها تنقل إلى المخازن المبردة، وتوضع في صناديق أو تنشر على رفوف، وتترك فترة كافية للارتباع على درجة حرارة (1 – 5 مْ)، ورطوبة 75 – 80%، حيث تعمل هذه الظروف على تهيئة براعم الأبصال جميعها للإزهار.

بعد إخراج الأبصال من المخازن تستبعد الأبصال المصابة بالأمراض الفطرية، وجميع الأبصال غير المطابقة للصنف، والتي يمكن أن نكون قد أغفلناها أثناء التفتيش الحقلي والتنقية.

المرحلة الثانية: زراعة الأبصال الكبيرة وإنتاج البذور بعد الانتهاء من تخزين الأبصال وحلول الموعد المناسب لزراعتها في الحقل، تفرز الأبصال الصالحة لإنتاج البذور والتي يراعى أن تتوفر فيها الشروط التالية:

- أن تكون بلون وشكل واحد مطابق للصنف المراد إنتاج بذوره.
- أن لا يقل قطر الأبصال عن 5 – 6 سم.
- أن تكون غير مزدحمة، وسليمة، وتستبعد الأبصال المشوهة وسميكة العنق وذات القطر 1.5 سم.

تحتاج زراعة الدونم الواحد من الأبصال الكبيرة 300 – 500 كغ.

تزرع الأبصال في شهر تشرين الأول وحتى شهر تشرين الثاني على خطوط المسافة بينها 50 – 60 سم وبين النبات والآخر 20 سم، حيث تتعرض النباتات في مراحل نموها الأولية للنهار القصير ودرجات الحرارة المنخفضة، مما يسرع من ظهور الشماريخ الزهرية ويزيد من عدد النباتات المتشمرخة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كمية البذار.

يراعى إجراء عملية العزيق ثلاث مرات للتخلص من الحشائش والتحضين للنباتات والري.

ويبدأ تفتح أزهار البصل في منتصف شهر نيسان وتنضج البذور في منتصف شهر حزيران وتحصد البذور في شهر تموز. ونظراً لاختلاف موعد تفتح أزهار النورة الواحدة، يفضل جمع النورات عندما تبدأ الثمار الموجودة في أعلى النورة بالتفتح جزئياً.

إنتاج بذار البصل الهجين:

أ – إنتاج البذار الهجين يدوياً:

ويتم التهجين بين سلالات مرباة ذاتياً (للتخلص من بعض الصفات الرديئة في البصل والحصول على سلالات نقية).

عندما تتفتح أول زهرة في النورة، يتم تكييسها في كيس من ورق المانيلا، وقد يوضع أكثر من نورة واحدة داخل الكيس.

ثم يقوم مربي النبات بهز النورة مرة واحدة يومياً بعد الظهر، حتى تكون حبوب اللقاح جافة، وحتى يضمن توزيع حبوب اللقاح داخل الكيس. ويفضل إدخال ذباب نظيف داخل الأكياس لمدة أسبوعين، مع مراعاة تجديده كل ثلاثة أيام. ويتم إكثار هذه السلالات داخل بيوت شبكية.

طريقة التهجين في البصل:

يتم التهجين في البصل وفق الخطوات التالية:

1 – تزرع السلالات المراد تهجينها (المرباة ذاتياً) على مسافة 60 – 90 سم من بعضها في الخط الواحد.

2 – تكييس نورات النبات الأب (سلالات الآباء) بأكياس ورقية بمجرد تفتح أول زهرة.

3 – تزال الأزهار التي تتفتح على النبات الأم (سلالات الأمهات) يومياً وعدة مرات حت الوصول للإزهار الكامل.

4 – يتم خصي أكبر عدد من النورات الموجودة على النبات الأم، وتزال بقية الأزهار التي لم تخصى، ثم تعزل النورات.

5 – توضع النورة المخصية داخل قفص من الشاش.

6 – تقطع نورة الأب التي سبق تغطيتها، ويوضع حامل النورة داخل كأس به ماء، ثم يوضع الكاس بجوار نبات الأم المخصي والمعزول تحت قفص الشاش.

7 – تستمر نورة الأب المقطوعة في إمداد نباتات الأم بحبوب اللقاح اللازمة لمدة أسبوع إلى أسبوعين تقريباً.

8 – يوضع ذباب نظيف داخل القفص أو الكيس لإتمام التلقيح بواسطة الحشرات.

ب – إنتاج البذار الهجين تجارياً:

يعتمد إنتاج البذار الهجين تجارياً على صفة العقم الذكري، وهي في البصل من النوع السيتوبلاسمي الوراثي. وتتم على الشكل التالي:

تزرع خمسة خطوط من السلالة الأم العقيمة ذكرياً (ms ms) S مقابل خط واحد من السلالة الأب الخصبة (Ms Ms) N، مع مراعاة إزهار السلالتين في وقت واحد، ووضع خلايا نحل للمساعدة على التهجين. وليس هناك داعي لإجراء عملية الخصي لنباتات الأم لأنها عقيمة.

S (ms ms) × N (Ms Ms)

↓

هجين خصب S (Ms ms)

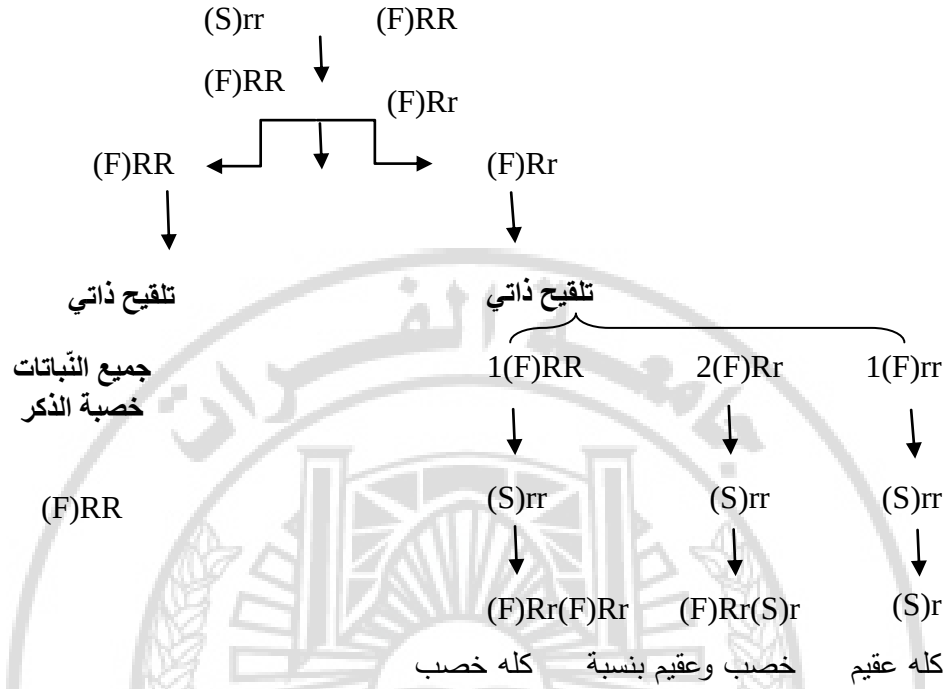
وبعد تكوين البذور الهجينة في السلالة الأم تقلع نباتات السلالة الأب وترمى خارج الحقل، وتحصد البذور الهجينة من السلالة الأم.

ولإكثار السلالة الأم العقيمة ذكرياً S (Ms ms)، تلقح مع سلالة أب مشابهة لها تماماً 100% لكنها خصبة N (Ms Ms).

يوجد في البصل ظاهرة العقم الوراثي السيتوبلاسمي ويرجع هذا العقم إلى الفعل المشترك لعامل خاص بالعقم موجود في السيتوبلازم يرمز له بـ S، ومورثة إعادة الخصوبة الموجودة في النواة، ويرمز لها بـ R.

ولا يكون النّبات عقيماً إلا باجتماع عامل العقم S مع مورثة إعادة الخصوبة في حالتها المتنحيّة الأصيلة Srr. أما النّباتات التي تحمل التراكيب الوراثيّة SRR و SRr و FRR و FRr و Frr فجميعها خصبة.

ويوضّح المخطّط (32) كيفيّة وراثة هذا النوع من العقم، وحالات استغلاله لإنتاج البذور الهجينة في محصول البصل.



مخطّط (32) بيان تحليليّ لوراثة صفة العقم الذّكريّ السيتوبلاسمي الوراثيّ لمحصول البصل

- الرّموز الموجودة بين قوسين تبيّن تركيب السّيتوبلازم (F).
- الرّموز الموجودة دون قوسين تمثّل تراكيب النّواة RR

إذاً يحتاج هذا النوع من العقم إلى:

1. سلالة مؤنّثة عقيمة تركيبها الوراثيّ rr(S).
2. سلالة مذكّرة خصبة تركيبها الوراثيّ RR(F).
3. التّهجين بين هاتين السلالتين (تكون الأنسال النّاتجة جميعها خصبة Rr(F)).
4. تلقيح هذه الأجيال Rr(F) ذاتياً، وبمنعزل فيكون الناتج حسب قانون مندل بنسبة 1:2:1 على التوالي rr(F) Rr(F) Rr(F) RR(F)، وكلها خصبة بنسب متفاوتة من خصب كلي RR(F) إلى عقيم جزئي rr(F)، ولها القدرة على إنتاج حبوب لقاح بشكل

جيد بسبب وجود العامل المورث (F) في السيتوبلازم، والمورث (R) الموجود في النواة، والمسؤول عن إعادة خصوبة السيتوبلازم المحتوي على العامل الوراثيّ (S)، والمسبب للعقم في حالته العادية، والعامل (F) المسبب للخصوبة.

5. الحصول على أنسال الهجن العقيمة كليّاً وبنسبة 100% في الجيل الأول F1 بإجراء التّهجين في منعزل بين نباتات عقيمة الذكر كلياً، تركيبها الوراثيّ rr(S) مع نباتات خصبة الذكر جزئياً تركيبها الوراثيّ rr(F)، والتي تسمى "Manteneur Type "O، وهي الحالة الأقرب إلى الصّفة المطلوبة، وهي حالة العقم.

وتستعمل هذه الظاهرة أيضاً في إنتاج الهجن للتخلّص من عملية إزالة النّورة المذكّرة، وقلة تكاليف إنتاج البذور، ويتوقف نجاحها على مدّة الحصول على مورثات المادّة الخصبة (R) في نباتات الهجن الزوجية، وعلى عوامل بيئية أخرى.

طرائق التحسين الوراثي للبصل:

يستخدم لتحسين البصل الطرائق الآتية:

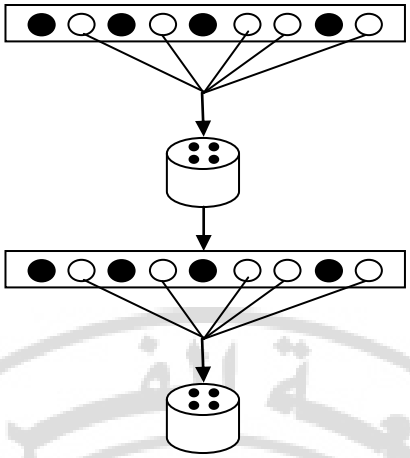
1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

تشمل معظم طرائق التّحسين الوراثيّ على هدف مشترك هو زيادة الإنتاج لأي نبات كماً ونوعاً في وحدة المساحة، وهناك صورتان للانتخاب الإجماليّ:

أ – انتخاب اجماليّ بسيط:

العام الأوّل: يتمّ انتخاب أفضل النّباتات، وتقلع النّباتات غير المرغوبة ليتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط، ثمّ نحصل على البذور، وتوضع في وعاء واحد.

العام الثّاني: تزرع النّباتات، وتنتخب أفضلها، وتقلع النّباتات غير المرغوبة حتّى يتمّ التّلقيح بين النّباتات لمنتخبة فقط. وهكذا حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة في جملة الصّفات المرغوبة. وتستمر العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة. مخطط (33).



مخطّط (33): انتخاب اجماليّ بسيط

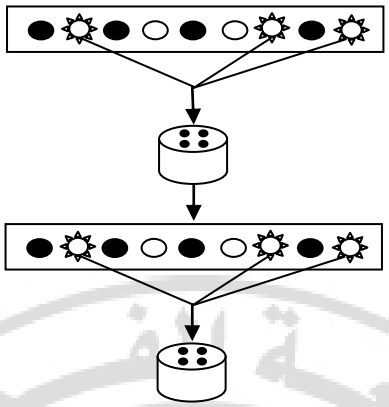
ب – الانتخاب الإجماليّ المعدّل:

العام الأوّل: تتبع في النّباتات ثنائيّة الحول، تختلف هذه الطّريقة عن الانتخاب البسيط بأنه بعد انتخاب أفضل النّباتات، وحصادها نقوم بعملية تقييم وفرز أخرى عليها لانتخاب المناسب منها.

في الفجل وبعد تحديد أفضل النّباتات وحصادها ننتخب أفضل الجذور من حيث اللّون، والشكل، والجذر الوتديّ الرفيع غير المتفرع. أما في الملفوف ننتخب أفضل النّباتات القابلة للتخزين وتزرع هذه النّباتات المنتخبة في هذا العام أو تخزن لتزرع في العام القادم.

العام الثاني: بعد عمليّة الانتخاب الثانية تزرع النّباتات في مكان معزول ليتم التّلقيح الخلطيّ فيما بينها.

وتستمرّ العمليّة حتى الوصول إلى الصّنف المرغوب، والتخلّص من الصّفات الرديئة. مخطط (34).



مخطّط (34): انتخاب إجماليّ معدّل

2 – الانتخاب العائليّ Family selection:

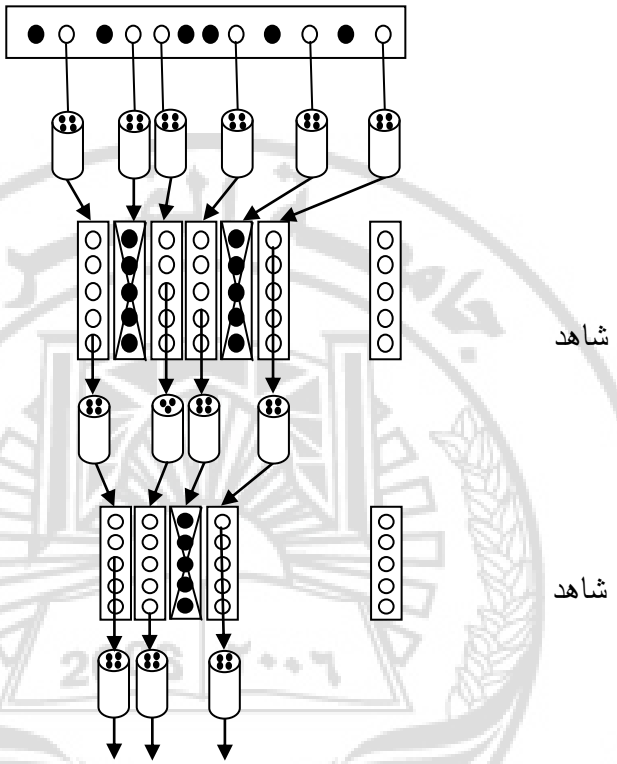
في مثل هذه الطّريقة تنتخب العائلة بأكملها كوحدة مستقلة، أو تستبعد كوحدة بناء على قيمة متوسطها المظهري، ولا تؤخذ قيمة أفرادها الفرديّة في الاعتبار، ودرجة القرابة بين أفراد هذه العائلة يجب أن تكون إخوة أشقاء أو غير أشقاء حيث إنّ الأفراد بعيدة درجة القرابة ليس لها أهميّة تذكر. ويتوقف استعمال الإخوة الأشقاء على قدرة الآباء على التناسل، وسرعته فإذا انخفضت درجة التناسل في الآباء فيستحسن استعمال إخوة غير أشقاء. وله صور عدةّ أهمها:

أ – الانتخاب العائليّ دون عزل:

العام الأول: تنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتى لا يتمّ التّلقيح بينها، ثم نحصل على بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثاني: زراعة بذور كل نبات في خط ضمن قطعة أرض مستقلة دون العزل بين العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة. بعدها ننتخب نباتات من ضمن العائلة المتفوقة، ويقلع الباقي، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتى الثامن: يستمر تكرار ما سبق ذكره حتّى الوصول إلى الهدف من عمليّة الانتخاب. مخطط (35).



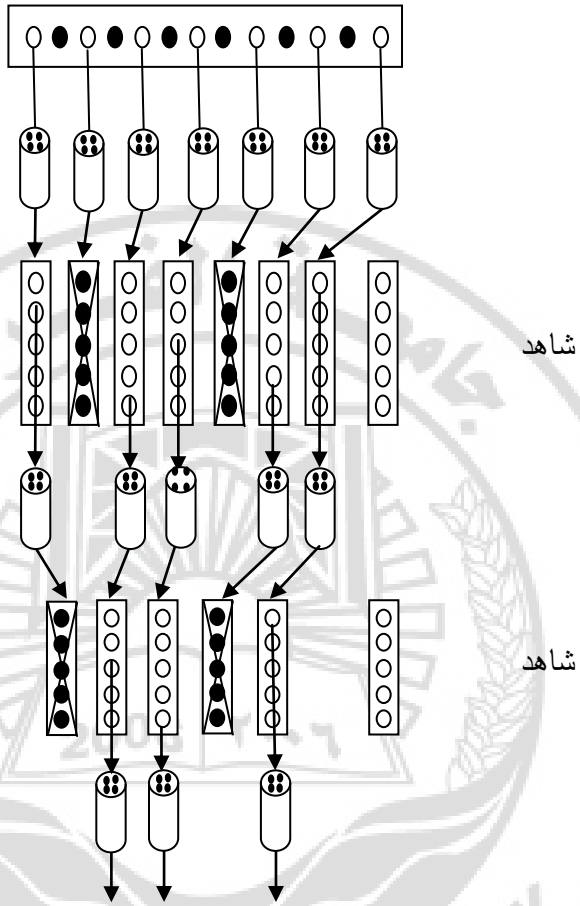
مخطط (35): الانتخاب العائليّ بدون عزل

ب – الانتخاب العائليّ مع العزل:

العام الأوّل: تقيم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتّى لا يتمّ التّلقيح بينها، تجمع بذور كلّ نبات في، وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع بذور كلّ نبات في خط معزول حتّى لا يحدث تلقيح خلطيّ بين العائلات وتستبعد الرديئة، تنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات، وتجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتّى الثّامن: تزرع بذور كلّ نبات في أرض معزولة لمقارنة العائلات ببعضها، تستبعد الرّديئة وتنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات.



مخطّط (36): الانتخاب العائليّ مع العزل

ميزات هذه الطريقة:

3. طريقة أكثر فعاليّة تحتاج إلى كثير من الجهد.
4. حدوث التّلقيح الذّاتي في النّباتات خلطيّة التّلقيح نتيجة العزل، الأمر الذي ينعكس سلبياً على حيويّة النّباتات، ويؤدّي إلى انخفاض في إنتاجيّتها، ممّا يصعب من تقييمها.

ج – الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف:

إنّ الهدف من هذا الانتخاب توجيه عمليّة التّلقيح حيث لا يحصل التّلقيح بين النّباتات الجيدة والرّديئة.

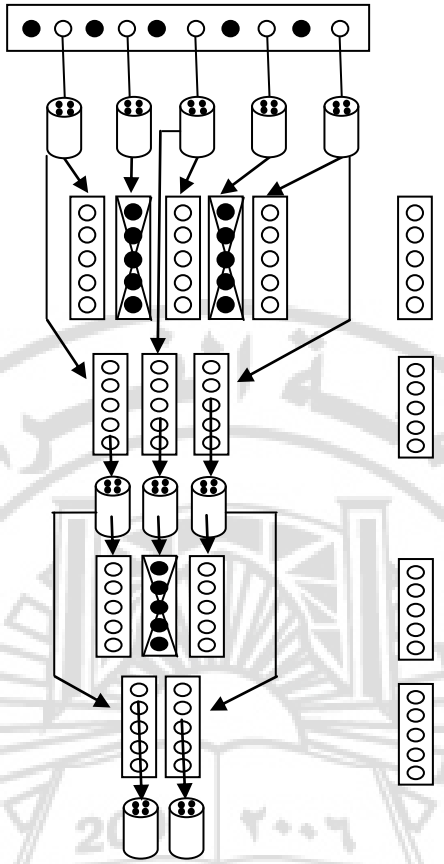
العام الأوّل: يتمّ تقييم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات وتقلع بقية النّباتات الرّديئة حتّى يتمّ التّلقيح الخلطيّ بين النّباتات الجيدة، تجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع نصف كميّة البذور من كل وعاء في قطعة أرض مستقلّة، ويحفظ النصف الآخر، وتتمّ عمليّة تقييم للعائلات النّاتجة بعد تشكّل الثّمار، وينتخب نتيجتها أفضل العائلات.

العام الثّالث: نزرع النّصف الباقي من العائلات التي تفوقت في أرض مستقلّة، وتنتخب أفضل النّباتات في كل عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الرّابع: تزرع نصف الكميّة وتقارن العائلات، وتحدّد أفضل العائلات.

العام الخامس: نزرع النّصف المتبقي من العائلات المتفوّقة، وننتخب أفضل النّباتات من كلّ عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.



مخطّط (37): الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف

ميزات هذه الطّريقة:

- توفير تكاليف العزل.
- توجيه الانتخاب بحيث يحصل تلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط.

3 – الأصناف التّركيبيّة Synthetic varieties:

وتنتج وفق المراحل الآتية:

اختيار الآباء:

عبارة عن سلالات أصيلة ناتجة عن تلقيح ذاتيّ إجباريّ يتراوح عددها من 4 – 10 سلالات، ويطلق على هذه السّلالات تسمية المكونات الأساسية للصنف التّركيبيّ Syn – 0.

إنتاج الهجن الفرديّة:

بوساطة إجراء التّهجينات الممكنة جميعها بين هذه السّلالات، فإذا كان لدينا 5 سلالات (A – B – C – D - E) فإننا سنحصل على 10 هجن فرديّة وفق المخطط الآتي:

بعد ذلك نقوم بأخذ كمّيات متساوية من بذور هذه الهجن، وخلطها معاً مشكلةٍ بذلك الجيل التّركيبي الأول Syn – 1 .

- تزرع بذور الجيل التركيبي الأوّل، وتترك النّباتات للتلقيح المفتوح العشوائي لإنتاج الجيل التّركيبي الثاني Syn- 2.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني لإنتاج Syn – 3.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثالث لإنتاج Syn – 4.

تستخدم بذور Syn – 3 و Syn – 4 في الإنتاج التجاري كأصناف تركيبية.

تستخدم بذور Syn – 2 عند إعادة تركيب الصّنف من جديد.

الفصل الحادي عشر

التحسين الوراثي للباميا Genetic improvement of Okra

تنتمي الباميا .*Hibscus easculentus* L إلى العائلة الخبازية *Malvaceae*، موطنها الأصلي أفريقيا الوسطى والحبشة وارتيريا والسودان ومصر.

تعد الباميا من الخضروات المفضلة في المائدة بالعالم بشكل عام وفي سورية بشكل خاص، وتستهلك طازجة خلال الصيف أو يتم تجفيفها أو تجميدها وتعليبها للاستهلاك في فصول أخرى. وهي غنية بالعناصر الغذائية حيث يحتوي 100 غ من القرون الخضراء على: 10.4 مادة جافة و1.8 غ بروتين و90 ملغ كالسيوم و1ملغ حديد و0.1 ملغ كاروتين و0.8 نياسين و1.8 ملغ فيتامين و7.6% كربوهيدرات و0.3% دهون.

تفيد إحصائيات وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي في سورية لعام 2020 أن المساحة المزروعة بالباميا قد بلغت نحو 4675 هكتار وصل إنتاجها إلى 18843 طن بمعدل إنتاجي قدره 403 كغ/دونم.

تتمتع الباميا بأهمية كبيرة في تغذية الانسان وتنتشر أصنافها بشكل واسع، وهناك اختلاف كبير في صفاتها المظهرية والانتاجية، حيث يعتبر التهجين أحد الوسائل المستخدمة في التحسين الوراثي للباميا لما يتمتع به الجيل الأول من قوة هجين مقارنة مع الأصناف المحلية وغلاء أسعار بذاره.

يعتبر التلقيح الذاتي هو السائد مع وجود نسبة من التلقيح الخلطي تتراوح ما بين 14و18% وتسهم الحشرات وخصوصاً النحل في عملية التلقيح.

زراعة الباميا:

تزرع الباميا في عروة واحدة هي العروة الصيفية حيث تتم الزراعة بعد ارتفاع حرارة التربة إلى أكثر من 18 مْ وهذا يتم اعتباراً من النصف الثاني من شهر نيسان في المنطقة

الساحلية وخلال شهر أيار في المناطق الداخلية. حيث تنمو النباتات وتتطور ثم تثمر بدءاً من حزيران وخلال أشهر تموز وآب وأيلول تشرين أول.

الزراعة وكمية البذار:

تزرع البذور على أحد جانبي الخط في جور تبعد عن بعضها مسافة 30 – 40 سم. ويوضع في الجورة من 3 – 5 بذور سبق نقعها بالماء مدة 24 ساعة. وقد تتم الزراعة على سطور في مساطب مزدوجة الخط.

تتراوح كمية البذار اللازمة للزراعة بين 1.5 – 2.5 كغ للدونم وذلك تبعاً للصنف وموعد الزراعة.

انتاج بذور أصناف الباميا:

يتم إنتاج بذار أصناف الباميا وفق الخطوات التالية:

مسافة العزل: تراعى مسافة العزل المطلوبة لمنع حدوث التلقيح الخلطي في الباميا وهي 200 م. تزرع بذور الباميا عادة في شهر نيسان.

التنقية: وتتم عملية التنقية والتفتيش الحقلي للنباتات من النباتات غير المرغوب فيها، وذلك وفق الخطوات التالية:

1 – في مرحلة النمو الخضري تزال جميع النباتات المخالفة للصنف في طبيعة النمو ولون الأوراق والمتأخرة النمو والضعيفة والمريضة.

2 – في مرحلة الإزهار يتم التخلص من النباتات المخالفة للصنف في الصفات السابقة وكذلك في صفة وشكل ولون الأزهار، كما تستبعد النباتات المريضة والضعيفة.

3 – **مرحلة الإثمار:** يتم إزالة النباتات المخالفة للصنف في شكل ولون القرون عن بقية النباتات وتحصد الثمار مرتين أو ثلاث مرات لتشجيع النمو الخضري والتخلص من القرون التي يمكن أن تكون قد لقحت من النباتات غير المرغوبة.

5 – **مرحلة النضج الحيوي:** يتم إزالة النباتات المخالفة للصنف في شكل ولون القرون التي يمكن أن نكون قد أغفلناها سابقاً.

الحصاد واستخلاص البذور:

تترك القرون على النباتات حتى تنضج وتجف ثم تجمع القرون الجافة وتحصد وتترك حتى تجف تماماً ثم تدق بالعصي وتذرى البذور وتنظف، وعند وجود كميات كبيرة من القرون يتم استخلاص البذور آلياً باستخدام آلات خاصة، يعطي الدونم الواحد من البذور حوالي 120 كغ بذور.

طرائق التحسين الوراثي للبامياء:

التّهجين الرّجعيّ Back Cross:

يتمّ اللّجوء إلى طريقة التّهجين الرّجعيّ عند الرغبة بإضافة صفة أو صفتين بسيطتين وراثياً إلى صنف تجاريّ متفوّق في عدد كبير من الصّفات، حيث تجرى سلسلة من التّهجينات الرّجعيّة مع الصّنف المراد تحسينه مع التركيز في أثناء عملية الانتخاب في كلّ جيل على الصّفة أو الصّفتين المرغوب إضافتهما له. وعند انتهاء عمليّات التّهجين الرّجعيّ ستكون المورّثة أو المورّثات المسؤولة عن الصّفات المراد نقلها إلى الصّنف خليطة Hetrozygous بعكس المورثات الأخرى جميعها التي تكون جميعها قد تحوّلت إلى الحالة الأصيلة، لذلك يترك النّسل بعد آخر تهجين ليتلقّح ذاتياً مع الانتخاب لتحويل هذه الصّفات الخليطة إلى أصيلة، وبالنتيجة يتمّ الحصول على صنف جديد يتميّز بصفات الصّنف القديم جميعها. إضافة إلى الصّفة أو الصّفتين اللتين تفوق بهما على الصّنف القديم، ويسمّى الصّنف التّجاري المراد تحسينه بالأب الرّجعيّ Recurrent parent، أمّا الصّنف الذي سيتمّ الحصول منه على الصّفة أو الصّفتين الممتازتين فيسمى بالأب غير الرّجعيّ Nonrecurrent parent.

إنّ عدد التّهجينات الرّجعيّة الواجب القيام بها يتراوح بين 2 – 8 تهجينات بحسب ما يريده المحسّن الوراثيّ من تركيز صفات الأب الرّجعيّ في الصّنف الجديد.

كما أنّ العمليّة تسير بسهولة إذا كانت الصّفات المراد إضافتها سهلة التميّز، وبسيطة وراثياً (المسؤول عنها زوج أو زوجان من العوامل الوراثيّة السّائدة). أمّا إذا كانت هذه

الصّفات متنحّية فإنّ العمليّة تطول وتتأخّر نظراً لضرورة الانتظار بعد كلّ تلقيح رجعيّ عاماً كاملاً يترك فيه النّسل النّاتج للتلقيح الذّاتي لكي تعطي الفرصة للمورّثات المتنحيّة بالظهور حتى يمكن انتخابها، وإجراء التّهجين الرّجعيّ عليها ثانية. والمثال الآتي يوضّح ذلك:

العام الأوّل: يتمّ التّهجين بين الصّنف التجاري الجّيد (الأب الرّجعيّ A)، والصّنف المراد نقل الصّفة منه إلى الصّنف التجاري (الأب غير الرّجعيّ B).

العام الثّاني: يزرع (10) نباتات من نباتات الجيل الأوّل F1، وتهجن رجعيّاً مع الصّنف التّجاري للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الأوّل BC1.

العام الثّالث: تزرع نباتات الجيل الرّجعيّ الأول وتجري لها عدوى صناعيّة، ثمّ يتمّ تهجين 10 نباتات مقاومة مع الأب الرّجعيّ. للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثاني BC2.

العام الرّابع حتى السّابع: تجرى عدوى صناعيّة لنباتات التّهجين الرّجعيّ، وينتخب حوالي 50 نباتاً مقاوماً، وتهجّن رجعيّاً مع الأب الرّجعيّ.

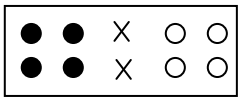
للحصول على نباتات الجيل الرّجعيّ الثالث BC3 ، BC4 ، BC5 ،.....

العام الثّامن: تجري عدوى صناعيّة، وينتخب حوالي 500 نبات مقاوم، وتترك للتّلقيح الذّاتي.

العام التّاسع: تزرع بذور 500 نبات، كل بذور نبات في خط، وينتخب منها 100 خط أصيلة في صفة المقاومة ونباتاتها متجانسة، وتشبه الأب الرّجعيّ.

العام العاشر: يزرع الصّنف الجديد إلى جانب الصّنف الرّجعيّ للمقارنة والتأكد أن الصّنف الجديد يشبه الأب الرّجعيّ في صفاته جميعها ما عدا المقاومة.

A x B



مقاوم للمرض (الأب غير الرّجعيّ) غير مقاوم (الأب الرّجعيّ)

F1 AB

F1 X A (50% من مورثات الأم، والأب)

↓

BC1 75% من مورثات الصّنف الجيد

BC1 X A

↓

BC2 87.5 % من مورثات الصّنف الجيد

BC2 X A

↓

BC3 93.75% من مورثات الصّنف الجيد

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفصل الثاني عشر

التحسين الوراثي للخس Genetic improvement of Lettuce

يعتبر الخس *Lactuca sativa* L. من محاصيل الخضر الشتوية، يلائمه الجو المعتدل المائل للبرودة، تبلغ المساحة المزروعة بالخس في سورية حسب احصائية وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي لعام 2020 حوالي 2797 هكتاراً، أعطت إنتاجاً وقدره 56516 طن وبلغت الغلة 20206 كغ/هـ.

تنحصر أهمية الخس بسرعة نضجه وإنتاجيته العالية. ويستهلك الخس طازجاً وفي السلطات. وهو ذو قيمة غذائية عالية.

يعتقد أن الموطن الأصلي للخس هو منطقة البحر الأبيض المتوسط. وإن أغلب الظن أنه نشأ في مصر، ويبدو أنه زرع – أول مرة – منذ حوالي 4500 سنة بواسطة قدماء المصريين، فقد وجدت على جدران معابدهم، نقوش لأوراق من الخس تشبه البلدي (وهو من مجموعة خس الرومين).

إنتاج بذور أصناف الخس:

يزرع الخس بشكل عام بعروتين رئيسيتين:

آ – للحصول على إنتاج ربيعي: تزرع البذور في المشتل في شهر كانون ثاني، وتنقل إلى الأرض المستديمة في آخر شباط، وتعطي إنتاجها في آخر نيسان.

ب – للحصول على إنتاج شتوي: تزرع البذور في المشتل اعتباراً من منتصف آب حتى منتصف أيلول، وتنقل الشتول إلى الأرض المستديمة في تشرين الأول أو تشرين الثاني، وتعطي إنتاجها في كانون الأول أو كانون الثاني.

طريقة الزراعة:

تتم زراعة الخس بالبذور في مشاتل خاصة، ثم تنقل بعدها إلى الحقل المستديم، على الشكل التالي:

آ – **في المشتل:** بعد تجهيز أرض المشتل، وإضافة الأسمدة العضوية، يتم تقسيمها إلى أحواض 1 × 1 أو 2 × 2 م، وتزرع البذور في سطور تبعد عن بعضها البعض 25 – 30سم، وتروى بعد ذلك ريات خفيفة، وعلى فترات متقاربة حتى يتم إنبات البذور. ويتم إجراء عمليات الخدمة المختلفة (ري، تسميد، تعشيب، إضافة الأسمدة اللازمة)، حتى يصبح عمر الشتول 25 – 30 يوماً، حيث يتم نقلها إلى الأرض المستديمة، مع مراعاة اختيار النباتات الجيدة، والصغيرة، لأن النباتات الكبيرة تعطي نباتات ضعيفة ورديئة النوعية.

ب – في الحقل المستديم: بعد تحضير الأرض بشكل جيد، يتم تخطيطها إلى خطوط تبعد عن بعضها البعض 70 – 90 سم، ويتم غرس الشتول على أبعاد 25 – 30 سم، وفي أسفل الثلث العلوي للخط، وبوجود الماء. أو قد يتم زراعة الخس بالطريقة المباشرة للبذور في الأرض المستديمة.

كمية البذار:

تختلف كمية البذار اللازمة باختلاف الأصناف، وموعد الزراعة، ونوع التربة، وطريقة الزراعة:

آ – يلزم مشتل مساحته 120 م2 لإنتاج شتول تكفي لزراعة هكتار واحد في حالة زراعة الخس عن طريق الشتول.

ب – يلزم حوالي 1.5 – 2 كغ/هكتار عند زراعة الخس بالبذور مباشرة في الأرض المستديمة.

وتدخل بذور بعض أصناف الخس في طور سكون بعد الحصاد مباشرة، تكون خلالها غير قادرة على الإنبات. ويعود سبب السكون إلى وجود موانع أرضية تمنع إنبات بذور الخس. ولا يمكن التخلص منها إلا بمعاملات خاصة، مثل تعريض البذور للضوء أو الحرارة المنخفضة وهي متشربة بالماء، أو بواسطة المعاملة ببعض المركبات الكيميائية

حيث تؤدي هذه المعاملات إلى إحداث تغيرات في مسارات الأيض تقود في النهاية إلى إنبات البذور.

النضج والجني:

تنضج نباتات الخس بعد حوالي 2.5 – 3 أشهر من التشتيل. وأهم علامات النضج عند الخس:

1 – صلابة الرؤوس واندماجها في الأصناف ذات الرؤوس.

2 – امتلاء الرأس، وكبر حجمها في خس الرومين.

3 – وصول النباتات إلى أكبر حجم لها في الخس الورقي.

مسافة العزل: عند إنتاج بذور الخس تراعى مسافة العزل على أن لا تقل عن 1 كم بين صنفين مختلفين. وتزداد هذه المسافة لتصل إلى 1500 م عند زراعة طرز مختلفة بسبب القابلية الكبيرة للتلقيح الخلطي فيما بينها.

التنقية: تتم التنقية على ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى: أثناء انتقاء الشتول، حيث يراعى انتخاب الشتول القوية والمتجانسة.

المرحلة الثانية: إثناء النمو الخضري وقبل الإزهار حيث يتم إزالة النباتات المخالفة في شكل ولون الأوراق وعددها ودرجة تجعدها، وكذلك النباتات الضعيفة والمريضة.

المرحلة الثالثة: أثناء ظهور الأزهار حيث تزال النباتات السابقة التي أغفلناها، والنباتات المخالفة في لون الأزهار وشكلها، بعد ذلك تترك النباتات في الحقل لحين أزهارها وتشكيل الثمار والبذور.

إنتاج بذار الخس الهجين:

إن تنقية إنتاج البذار الهجين عند الخس مماثلة لتلك المتبعة عند الملفوف، حيث تزرع السلالات النقية والتي تحمل عوامل عدم التوافق الذاتي (S_1S_1 و S_2S_2) في خطوط متبادلة، ونحصل على البذور الهجينة (S_1S_2) من كلا السلالتين.

طرائق التّحسين الوراثيّ للخس:

يستخدم لتحسين نباتات الخس الطرائق الآتية:

1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

تشمل معظم طرائق التّحسين الوراثيّ على هدف مشترك هو زيادة الإنتاج لأي نبات كماً ونوعاً في وحدة المساحة، وهناك صورتان للانتخاب الإجماليّ:

أ – انتخاب اجماليّ بسيط:

العام الأوّل: يتمّ انتخاب أفضل النّباتات، وتقلع النّباتات غير المرغوبة ليتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط، ثمّ نحصل على البذور، وتوضع في وعاء واحد.

العام الثّاني: تزرع النّباتات، وتنتخب أفضلها، وتقلع النّباتات غير المرغوبة حتّى يتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط. وهكذا حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة في جملة الصّفات المرغوبة. وتستمر العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة.

ب – الانتخاب الإجماليّ المعدّل:

العام الأوّل: تتبع في النّباتات ثنائيّة الحول، تختلف هذه الطّريقة عن الانتخاب البسيط بأنه بعد انتخاب أفضل النّباتات، وحصادها نقوم بعملية تقييم وفرز أخرى عليها لانتخاب المناسب منها.

في القرنبيط ننتخب أفضل النّباتات القابلة للتخزين وتزرع هذه النّباتات المنتخبة في هذا العام أو تخزن لتزرع في العام القادم.

العام الثاني: بعد عمليّة الانتخاب الثانية تزرع النّباتات في مكان معزول ليتم التّلقيح الخلطيّ فيما بينها.

وتستمرّ العمليّة حتى الوصول إلى الصّنف المرغوب، والتخلّص من الصّفات الرديئة.

2 – الانتخاب العائليّ Family selection:

وله صور عدةّ أهمها:

أ – الانتخاب العائليّ دون عزل:

العام الأول: تنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتى لا يتمّ التّلقيح بينها، ثم نحصل على بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثاني: زراعة بذور كل نبات في خط ضمن قطعة أرض مستقلة دون العزل بين العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة. بعدها ننتخب نباتات من ضمن العائلة المتفوقة، ويقلع الباقي، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتى الثامن: يستمر تكرار ما سبق ذكره حتّى الوصول إلى الهدف من عمليّة الانتخاب.

ب – الانتخاب العائليّ مع العزل:

العام الأوّل: تقيم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتّى لا يتمّ التّلقيح بينها، تجمع بذور كلّ نبات في، وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع بذور كلّ نبات في خط معزول حتّى لا يحدث تلقيح خلطيّ بين العائلات وتستبعد الرديئة، تنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات، وتجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتّى الثّامن: تزرع بذور كلّ نبات في أرض معزولة لمقارنة العائلات ببعضها، تستبعد الرّديئة وتنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات.

ميزات هذه الطريقة:

5. طريقة أكثر فعاليّة تحتاج إلى كثير من الجهد.
6. حدوث التّلقيح الذّاتي في النّباتات خلطيّة التّلقيح نتيجة العزل، الأمر الذي ينعكس سلبياً على حيويّة النّباتات، ويؤدّي إلى انخفاض في إنتاجيّتها، ممّا يصعب من تقييمها.

ج – الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف:

إنّ الهدف من هذا الانتخاب توجيه عمليّة التّلقيح حيث لا يحصل التّلقيح بين النّباتات الجيدة والرّديئة.

العام الأوّل: يتمّ تقييم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات وتقلع بقية النّباتات الرّديئة حتّى يتمّ التّلقيح الخلطيّ بين النّباتات الجيدة، تجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع نصف كميّة البذور من كل وعاء في قطعة أرض مستقلّة، ويحفظ النصف الآخر، وتتمّ عمليّة تقييم للعائلات النّاتجة بعد تشكّل الثّمار، وينتخب نتيجتها أفضل العائلات.

العام الثّالث: نزرع النّصف الباقي من العائلات التي تفوقت في أرض مستقلّة، وتنتخب أفضل النّباتات في كل عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الرّابع: تزرع نصف الكميّة وتقارن العائلات، وتحدّد أفضل العائلات.

العام الخامس: نزرع النّصف المتبقي من العائلات المتفوّقة، وننتخب أفضل النّباتات من كلّ عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

ميزات هذه الطّريقة:

- توفير تكاليف العزل.
- توجيه الانتخاب بحيث يحصل تلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط.

3 – الأصناف التّركيبيّة Synthetic varieties:

يتمّ إنتاج الأصناف التّركيبيّة وفق المراحل الآتية:

اختيار الآباء:

عبارة عن سلالات أصيلة ناتجة عن تلقيح ذاتيّ إجباريّ يتراوح عددها من 4 – 10 سلالات، ويطلق على هذه السّلالات تسمية المكونات الأساسية للصنف التّركيبيّ Syn – 0.

إنتاج الهجن الفرديّة:

بوساطة إجراء التّهجينات الممكنة جميعها بين هذه السّلالات، فإذا كان لدينا 5 سلالات (A – B – C – D - E) فإننا سنحصل على 10 هجن فرديّة وفق المخطط الآتي:

بعد ذلك نقوم بأخذ كمّيات متساوية من بذور هذه الهجن، وخلطها معاً مشكلةٍ بذلك الجيل التّركيبي الأول1 – Syn.

- تزرع بذور الجيل التركيبي الأوّل، وتترك النّباتات للتلقيح المفتوح العشوائي لإنتاج الجيل التّركيبي الثاني 2- Syn.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني لإنتاج 3 – Syn.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثالث لإنتاج 4 – Syn.

تستخدم بذور 3 – Syn و 4 – Syn في الإنتاج التجاري كأصناف تركيبية.

تستخدم بذور 2 – Syn عند إعادة تركيب الصّنف من جديد.

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

الفصل الثالث عشر

التحسين الوراثي للسلق Genetic improvement of Chard

يعتبر السلق *Beta vulgaris* subsp cicla L. من محاصيل الخضر الشتوية يلائمه الجو المعتدل المائل للبرودة، يزرع السلق لاستعماله مطبوخاً كباقي الخضر الورقية، حيث تستخدم أوراقه المطبوخة في التغذية نظراً لقيمتها الغذائية المرتفعة.

يعتقد أن الموطن الأصلي للسلق هو حوض البحر الأبيض المتوسط وجنوب أوروبا.

تشير المجموعة الاحصائية لوزارة الزراعة والاصلاح الزراعي لعام 2020 أن المساحة المزروعة بالسلق في سورية بلغت حوالي 974 هكتاراً أعطت إنتاجاً وقدره 13864 طن وبلغت الغلة 14234 كغ/هـ.

طريقة الزراعة:

تزرع بذور السلق اعتباراً من منتصف آب وبداية أيلول وحتى شباط وذلك بعد تحضير الأرض وتخطيطها إلى خطوط تتباعد عن بعضها مسافة 40 – 50 سم عند الزراعة على جانب واحد من الخط ، و 60 – 70 سم عند الزراعة على جانبي الخط ، تزرع البذور في حفر تتباعد عن بعضها مسافة 20 – 25 سم.

وقد تتم الزراعة في أحواض بأبعاد 2×2 م أو 2×3 م وتنثر فيها البذور أو تزرع في سطور تتباعد عن بعضها مسافة 25 – 30 سم وتغطى بطبقة من التراب بسماكة 2 – 2.5 سم ، ثم تروى البذور بعد الزراعة مباشرة.

كمية البذور: تتوقف كمية البذار اللازمة حسب الصنف وطريقة الزراعة حيث يحتاج الدونم الواحد 1.5 – 2 كغ من البذور.

إنتاج بذار السلق:

وتتبع لإنتاج البذور المعتمدة حيث تزرع البذور على خطوط البعد بينها 50 سم وبين النبات والآخر 25 سم، وتترك في مكانها لحين إزهارها وإثمارها. ولنجاح هذه الطريقة يجب استعمال بذور أساس عالية الجودة، لصعوبة التخلص من النباتات المخالفة

للصنف. وفي هذه الطريقة تتم التنقية بالتخلص من النباتات المريضة والمشوهة والمغايرة في لون الأزهار فقط.

التنقية: ويتم التخلص من النباتات غير المرغوبة على مرحلتين:

المرحلة الأولى: عند استطالة الساق حيث تستبعد النباتات المبكرة بالإزهار والمخالفة للصنف في لون الساق، مع مراعاة إزالة النباتات الضعيفة والمريضة.

المرحلة الثانية: عند الإزهار حيث تستبعد النباتات المخالفة في لون الأزهار.

الحصاد واستخلاص البذور:

تحصد النباتات عند تمام نضج الثمار وتشكل البذور بداخلها. ومن مميزات الثمار في السلق أن الثمار لا تتفتح، وبالتالي ليس هناك خوف من انتثارها. وتترك معرضة للشمس حتى تجف ثم تستخلص بالدراس والتذرية.

طرائق التّحسين الوراثيّ للسلق:

يستخدم لتحسين نباتات السلق الطرائق الآتية:

1 – الانتخاب الإجماليّ Mass selection:

تشمل معظم طرائق التّحسين الوراثيّ على هدف مشترك هو زيادة الإنتاج لأي نبات كماً ونوعاً في وحدة المساحة، وهناك صورتان للانتخاب الإجماليّ:

أ – انتخاب اجماليّ بسيط:

العام الأوّل: يتمّ انتخاب أفضل النّباتات، وتقلع النّباتات غير المرغوبة ليتمّ التّلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط، ثمّ نحصل على البذور، وتوضع في وعاء واحد.

العام الثّاني: تزرع النّباتات، وتنتخب أفضلها، وتقلع النّباتات غير المرغوبة حتّى يتمّ التّلقيح بين النّباتات لمنتخبة فقط. وهكذا حتى الوصول إلى مادة نباتيّة متجانسة في جملة الصّفات المرغوبة. وتستمر العملية حتى تخليص الصّنف من الصّفات الرديئة.

ب – الانتخاب الإجماليّ المعدّل:

العام الأوّل: تتبع في النّباتات ثنائيّة الحول، تختلف هذه الطّريقة عن الانتخاب البسيط بأنه بعد انتخاب أفضل النّباتات وحصادها نقوم بعملية تقييم وفرز أخرى عليها لانتخاب المناسب منها.

في الفجل وبعد تحديد أفضل النّباتات وحصادها ننتخب أفضل الجذور من حيث اللّون، والشكل، والجذر الوتديّ الرفيع غير المتفرع. أما في الملفوف ننتخب أفضل النّباتات القابلة للتخزين وتزرع هذه النّباتات المنتخبة في هذا العام أو تخزن لتزرع في العام القادم.

العام الثاني: بعد عمليّة الانتخاب الثانية تزرع النّباتات في مكان معزول ليتم التّلقيح الخلطيّ فيما بينها.

وتستمرّ العمليّة حتى الوصول إلى الصّنف المرغوب، والتخلّص من الصّفات الرديئة.

2 – الانتخاب العائليّ Family selection:

في مثل هذه الطّريقة تنتخب العائلة بأكملها كوحدة مستقلة، أو تستبعد كوحدة بناء على قيمة متوسطها المظهري، ولا تؤخذ قيمة أفرادها الفرديّة في الاعتبار، ودرجة القرابة بين أفراد هذه العائلة يجب أن تكون إخوة أشقاء أو غير أشقاء حيث إنّ الأفراد بعيدة درجة القرابة ليس لها أهميّة تذكر. ويتوقف استعمال الإخوة الأشقاء على قدرة الآباء على التناسل، وسرعته فإذا انخفضت درجة التناسل في الآباء فيستحسن استعمال إخوة غير أشقاء. وله صور عدةّ أهمها:

أ – الانتخاب العائليّ دون عزل:

العام الأول: تنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتى لا يتمّ التّلقيح بينها، ثم نحصل على بذور كلّ نبات في وعاء مستقل.

العام الثاني: زراعة بذور كل نبات في خط ضمن قطعة أرض مستقلة دون العزل بين العائلات بهدف استبعاد العائلات الرديئة. بعدها ننتخب نباتات من ضمن العائلة المتفوقة، ويقلع الباقي، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتى الثامن: يستمر تكرار ما سبق ذكره حتّى الوصول إلى الهدف من عمليّة الانتخاب.

ب – الانتخاب العائليّ مع العزل:

العام الأوّل: تقيم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات، وتقلع البقية حتّى لا يتمّ التّلقيح بينها، تجمع بذور كلّ نبات في، وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع بذور كلّ نبات في خط معزول حتّى لا يحدث تلقيح خلطيّ بين العائلات وتستبعد الرديئة، تنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات، وتجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّالث حتّى الثّامن: تزرع بذور كلّ نبات في أرض معزولة لمقارنة العائلات ببعضها، تستبعد الرّديئة وتنتخب أفضل النّباتات ضمن أفضل العائلات.

ميزات هذه الطريقة:

- طريقة أكثر فعاليّة تحتاج إلى كثير من الجهد.
- حدوث التّلقيح الذّاتي في النّباتات خلطيّة التّلقيح نتيجة العزل، الأمر الذي ينعكس سلبياً على حيويّة النّباتات، ويؤدّي إلى انخفاض في إنتاجيّتها، ممّا يصعب من تقييمها.

ج – الانتخاب العائليّ بطريقة الأنصاف:

إنّ الهدف من هذا الانتخاب توجيه عمليّة التّلقيح حيث لا يحصل التّلقيح بين النّباتات الجيدة والرّديئة.

العام الأوّل: يتمّ تقييم المادّة الأوليّة، وتنتخب أفضل النّباتات وتقلع بقية النّباتات الرّديئة حتّى يتمّ التّلقيح الخلطيّ بين النّباتات الجيدة، تجمع بذور كل نبات في وعاء مستقل.

العام الثّاني: تزرع نصف كميّة البذور من كل وعاء في قطعة أرض مستقلّة، ويحفظ النصف الآخر، وتتمّ عمليّة تقييم للعائلات النّاتجة بعد تشكّل الثّمار، وينتخب نتيجتها أفضل العائلات.

العام الثّالث: نزرع النّصف الباقي من العائلات التي تفوقت في أرض مستقلّة، وتنتخب أفضل النّباتات في كل عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

العام الرّابع: تزرع نصف الكميّة وتقارن العائلات، وتحدّد أفضل العائلات.

العام الخامس: نزرع النّصف المتبقي من العائلات المتفوّقة، وننتخب أفضل النّباتات من كلّ عائلة، وتجمع بذورها في وعاء مستقل.

ميزات هذه الطّريقة:

- توفير تكاليف العزل.
- توجيه الانتخاب بحيث يحصل تلقيح بين النّباتات المنتخبة فقط.

3 – الأصناف التّركيبيّة Synthetic varieties:

وتنتج وفق المراحل الآتية:

اختيار الآباء:

عبارة عن سلالات أصيلة ناتجة عن تلقيح ذاتيّ إجباريّ يتراوح عددها من 4 – 10 سلالات، ويطلق على هذه السّلالات تسمية المكونات الأساسية للصنف التّركيبيّ Syn – 0.

إنتاج الهجن الفرديّة:

بوساطة إجراء التّهجينات الممكنة جميعها بين هذه السّلالات، فإذا كان لدينا 5 سلالات (A – B – C – D - E) فإننا سنحصل على 10 هجن فرديّة وفق المخطط الآتي:

بعد ذلك نقوم بأخذ كمّيات متساوية من بذور هذه الهجن، وخلطها معاً مشكلةٍ بذلك الجيل التّركيبي الأول Syn – 1.

- تزرع بذور الجيل التركيبي الأوّل، وتترك النّباتات للتلقيح المفتوح العشوائي لإنتاج الجيل التّركيبي الثاني Syn -2.
- تزرع بذور الجيل التركيبي الثاني لإنتاج Syn – 3.

- تزرع بذور الجيل التركيبي الثالث لإنتاج Syn – 4.

تستخدم بذور Syn – 3 و Syn – 4 في الإنتاج التجاري كأصناف تركيبية.

تستخدم بذور Syn – 2 عند إعادة تركيب الصّنف من جديد.

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

المصطلحات العلميّة

A

Additive genes	مورّثات ذات الأثر التّراكميّ
Adventitious embryos	الأجنّة العرضيّة
Alleles	نظائر
Allium cepa L.	البصل
Allopolyploid	التّضاعف الهجينيّ
Allotetraploid	تضاعف رباعيّ الهجين
Amphidiploid	التّضاعف الثنائيّ المزدوج
Anaphase	طور الهجرة
Andro ecious	نباتات مذكّرة
Androecium	الكش (عضو التذكير)
Androgenesis	زراعة الأعضاء المذكّرة
Andromonoecious	نبات وحيد الجنس مذكّر
Aneuploidy	تضاعف لا تكراري
Aneusomaty	تغير العدد الصّبغيّ
Anther	مئبر
Anther culture	زراعة المآبر
Apomixes	التّكاثر اللاتزاوجيّ

Asexual reproduction	التّكاثر اللاجنسيّ
Asexual embryogenesis	تكوين الجنين اللاجنسيّ
Autoincompatibility	ظاهرة عدم التّوافق الذّاتي
Autofocondation	ذاتيّة الإلقاح
Autopolyploid	التّضاعف الذّاتيّ
Autotetraploid	تضاعف رباعيّ ذاتيّ

B

Back rosses	التّهجين الرّجعيّ
Beurre badford	صنف الأجاص
Breeding for pest resistance	تربية النّباتات المقاومة للآفات
Breeding of self – fertilized	تربية وتحسين النّباتات ذاتية الإلقاح
Bud pollination	عملية التّلقيح البرعميّ
Brassica oleracea var. botrytis L.	القرنبيط
Brassica oleracea var. capitata L.	الملفوف
Breeder seeds	بذار المربي
Bud mutation	طفرات برعمية
Bulk or mass population method	طريقة التّجميع أو المجموعة الهجينة

C

Cabbage	الملفوف
Callus	الكنب

Calyx	الكأس
Capsicum annum L.	الفليفلة
Carpel	خباء
Carrot	الجزر
Cauliflower	القرنبيط
Cell culture	زراعة الخليّة
Certified seeds	بذار المعتمد
Chimera	الكيميرا (طفرة جسميّة غير متأصلة، وراثياً)
Chromosomal mutant	طفرة صبغيّة
Chromosome	صبغيّ
Citrullus lanatus L.	البطيخ الأحمر
Clone	السّلالة الخضريّة أو اللمة
Clone selection	انتخاب السّلالة الخضريّة
Cloning	التّنسيل (نسخ عدد من النيوكليوتيدات)
Colchicine	الكولشيسين
Colchicum autumnale	النّبات الطّبي اللّحلاح
Combining ability	القدرة على التّوافق
Complete diallel	التّهجين التبادلي الكامل
Corola	التّويج

Cross pollinated crops	النّباتات خلطيّة التّلقيح
Cross – pollination	خلطي التّلقيح
Cucumber	الخيار
Cucumis melo L.	البطيخ الأصفر
Cucumis sativus L.	الخيار
Cucurbita pepo L.	الكوسا
Cutting	عقلة
Cytology	خلوي
Cytoplasmic male sterility	العقم الذّكريّ السّيتوبلاسميّ
Complate dominance	السّيادة التامّة

D

Dacus carota L.	الجزر
Deletion	النّقص
Devlopment of inbred lines	انتاج السّلالة النّقيّة
Diallel crossing	التّهجين التّبادليّ
Differntiation	التّمايز
Dioecious	ثنائي المسكن
Diploidy	النّباتات الثنائيّة
Diversity genetic	تنوّع وراثيّ
Dominance incomplete	السّيادة غير التّامة

Dominant	الصّفة السّائدة
Donor	الأب المعطي للصفة
Double crosses	هجن زوجية
Double monosomic	نقص صبغيين مختلفين
Double trisomic	زيادة صبغيين مختلفين

E

Ecological variation	اختلافات بيئية
Ecotypes	الطرز البيئيّة
Eggplant	الباذنجان
Embryo	جنين
Embryo sac	كيس جنيني
Embryogenesis	نشوء الجنين
Epistasis	التفوق الوراثيّ
Euploidy	التّضاعف الجينومي التكّراري أو الحقيقيّ

F

Female flower	زهرة مؤنّثة
Female gamete	عروس مؤنّثة
Filament	خيط السداة
Flower	الزّهرة
Foundation seeds	بذار الأساس

Fragaria ananassa	الفريز
Free living (in vivo)	الّزراعة الحقليّة

G

Gamete selection	انتخاب الأعراس
Gamete mutation	طفرة عروسيّة
Gametocides	كمبيدات الأعراس
General combining ability	القدرة العامّة على التّوافق
Genetic diversity	التّنوّع الوراثيّ
Genetic engineering	الهندسة الوراثيّة
Genetic male sterility	العقم الذّكريّ الوراثيّ
Genetic recombination	إعادة التوليف الوراثيّ
Genetic resources	الأصول الوراثيّة
Genetic sterility	العقم الوراثيّ
Genetic variation	الاختلافات الوراثيّة
Genetics	علم الوراثة
Genome	العدد الأساسي للصبغيات
Genomes	المجموعات الصّبغيّة
Genotype	الطراز الوراثيّ
Germaplasm	جيرمبلازم المادّة الأوليّة
Germaplasm banks or gene bank	بنوك المورثات

Gibberllins (ga)	الجبريلينات
Growth habit	طبيعة النمو
Growth regula	منظّمات النّمو
Gynoecious	نباتات مؤنّثة
Gynogensis	زراعة الأعضاء المؤنّثة
Genomonoecious	وحيدة المسكن مؤنّثة

H

Haploids	أحادي الصّيغة الصّبغيّة
Hardening off	التّقسية
Heritability	التّوريث
Hermaphrodite	نباتات خنثى
Heterosis	قوّة الهجين
Heterozygosis	الخلط الوراثيّ
Heterozygosity	عدم التماثل الوراثيّ
Heterozygous	غير متماثلة التركيب الوراثيّ
Hexaploidy	سداسي الصّيغة الصّبغيّة
Histo = hist	نسيج نباتيّ
Homozygosis	الأصالة الوراثيّة
Homozygotes	التّماثل الوراثيّ
Homozygous	متماثلة التركيب الوراثيّ

Host	العائل
Hybrid	هجين
Hybrid varieties	أصناف هجينة
Hybrid vigor	قوّة الهجين
Hybridization	التّهجين

I

Inbreeding	التّلقيح الذّاتي أو التربية الذّاتية
Individual selection	انتخاب فردي
Induced mutation	الطّفرات المحدثة
Interspecific hybridization	التّهجين بين الأنواع
Inerspecific or intergeneric crosses	التّهجين البعيد
Introduction	الإدخال
Inversion	الانقلاب
Lonizing radiation	الإشعاعات المؤينة
Ipomoea batatous	البطاطا الحلوة

L

Lactuca sativa L.	الخس
Land races	الأصناف المحليّة
Lateral bud	برعم جانبي
Linkage	الارتباط الوراثيّ

Lycopersicon esculentum mill	البندورة

M

Macro mutant	طفرة كبيرة
Major genes	مورثات رئيسية
Male flower	زهرة مذكّرة
Male sterility	عقم ذكري
Mass selection	انتخاب اجمالي
Melon	البطيخ الأحمر
Mendelian variation	الاختلافات المندلية
Meristem	القمة الجنينية النامية
Mesophyll	الميزوفيل طبقة خلايا وسطية في الأوراق
Micro mutant	طفرة صغيرة
Micropropagation	الإكثار الدقيق
Minor genes	مورثات ثانوية
Miosis	الانقسام الاختزاليّ
Mitosis	الانقسام الجسميّ المباشر
Molecular genetics	الوراثة الجزيئيّة
Monoecious	نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن
Monoploid	أحادي الصّيغة الصّبغيّة
Monosomic	نقص صبغي واحد

Multiple alleles	نظائر متعدّدة
Multiple cross	تهجين متعدّد
Mutagenesis	التطفّر الوراثيّ
Mutations	طفرات

N

Non - ionizing radiation	الإشعاعات غير المؤينة
Non - race - specific resistance	مقاومة غير متخصصة
Mullisomic	نقص صبغيين متشابهين

O

Oktaploid	ثماني الصّيغة الصّبغيّة
Onion	البصل
Out breeding	التربية الخلطيّة
Ovary	المبيض
Over dominance	السّيادة المتفوقة
Ovule	بويضة

P

Parsely	البقدونس
Parthenocarpy	العقد البكري
Parthenogenesis	التوالد البكري
Peg	بولي ايثيلين غلايكول

Pentaploidy	خماسي الصّيغة الصّبغيّة
Pepper	الفليفلة
Perianth	الغلاف الزهري
Petales	أوراق تويجية
Petroselinum crispum mill	البقدونس
Phaseolus vulgaris L.	الفاصولياء
Phenotype	الشكل المظهري
Pistil	مدقة
Pisum sativum L.	البازلاء
Placentae	المشيمة
Plant introduction	إدخال النّباتات
Point mutant	طفرة موضعية أوعاملية
Pollen culture	زراعة حبوب اللّقاح
Pollen granis	حبوب طلع
Pollen sac	كيس طلعي
Pollination	التّلقيح
Poly gross	تلقيح متعدّد
Polygenic	عدد كبير من المورثات
Polyploidy	التّضاعف الصّبغيّ
Population	العشائر النباتيّة

Primary culture	الزراعة الأوليّة
Progeny test	اختبار النسل
Propagation	إكثار النّبات
Protoplast	البروتوبلاست خلية عدا جدارها الخلوي
Pure line	سلالة نقية

Q

Qualitative characters	الصّفات النّوعيّة (الوصفية)
Quantitative characters	الصّفات الكميّة

R

Radiation	الإشعاع
Radish	الفجل
Raphanus sativus L.	الفجل
Receptacle	كرسي الزهرة
Recessiv mutation	طفرة متنحّية
Reciprocal recurrent selection	الانتخاب الدوري المتبادل
Recurrent parent	الأب الرّجعيّ
Recurrent selection	الانتخاب الدوري أو المتكرّر
Regeneration	التجدد (إعادة نمو النبت)
Registered seeds	بذار مسجل
Replication	استنساخ أو تكاثر

Reproduction	تكاثر
Resistance	مقاومة

S

Selection	الانتخاب
Self incompatibility or self sterility	العقم الذّاتي أو عدم التّوافق الذّاتي
Self pollinated crops	النّباتات ذاتية التّلقيح
Sepales	أوراق كأسية
Sexual reproduction	التّكاثر الجنسيّ
Shoot – apex	قمة الفرع
Shoot – tip	أطراف الفروع أو السوق
Single crosses	هجن فردية
Single plant selection	انتخاب فردي
Single - node cutting	عقلة عقدية مفردة
Solanum melongena L.	الباذنجان
Solanum tuberosum L.	البطاطا
Somaclonal variation	الاختلافات الكونية
Somatic embryo	الجنين الجسمي
Somatic mutation	طفرة جسميّة
Specific combining ability	القدرة الخاصّة على التّوافق
Specific resistance	مقاومة متخصّصة

Spontaneous mutation	طفرات طبيعيّة
Squash	الكوسا
Staments	أسدية
Steril flower	زهرة عقيمة
Style	القلم
Synathetic varieties	أصناف تركيبية

T

Tester variety	صنف اختباري
Tetraploidy	رباعي الصّيغة الصّبغيّة
Tetrasomic	زيادة صبغيين متشابهين
Thermotherapy of viruses	المعالجة الحراريّة للتخلص من الفيروسات
Tissue culture (in vitro)	زراعة الأنسجة
Tolerance	التحمل
Tomato	البندورة
Top crossing	التّهجين القمي
Transformation	التحول أو التّغيّر (انتقال المعلومات، وراثياً)
Transgenic plants	نباتات معدلة وراثياً
Transgressive hybridization	التّهجين المتجاوز الحدود
Transgressive segregation	انعزال متجاوز الحدود

Translocation	الانتقال
Trimonoecious	نباتات وحيدة المسكن ثلاثية
Triploidy	ثلاثي الصّيغة الصّبغيّة
Trisomic	زيادة صبغي واحد

V

Vegetative reproduction	التّكاثر الخضري
Vicia faba L.	الفول البلدي

W

Water melon	البطيخ الأحمر

X

Xenia	ظاهرة الزّينيا

Z

Zea mays	الذّرة الصّفراء
Zygote	اللاقحة

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

المراجع العربيّة

1. أبو ترابي، بسام؛ المحمد، خالد؛ كلحوت، عبد الرحمن؛ علون؛ لمى. 2009. استخدام مراكب 2, 4 – D لإحداث العقم الذّكريّ في بعض أصناف الفليفلة. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (78) 178 ص.

2. الجاسم، عبود. 2006. التّحسين الوراثيّ لصنف الخيار المحلي عن طريق التّهجين الرّجعيّ، جامعة حلب، كلية الزراعة، رسالة ماجستير. (79) ص.

3. الجاسم، عبود. 2011. الحصول على هجن F1 جديدة من الخيار بالتّهجين بعض السّلالات المرباة ذاتياً والمستنبطة محلياً، جامعة حلب، كلية الزراعة، رسالة دكتوراة. (132) ص.

4. حسن، أحمد عبد المنعم. 1991. أساسيات تربية النّبات. الدار العربيّة للنشر، 682 صفحة.

5. حسن، أحمد عبد المنعم. 1997. أساسيات وفسيولوجيا الخضر. المكتبة الأكاديمية، 489 صفحة.

6. حسن، أحمد عبد المنعم. 2005. طرق تربية النّبات. الطبعة الأولى. الدار العربيّة للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 393 صفحة.

7. حسن، أحمد عبد المنعم. 2019. أساسيات تربية القرعيات. سلسلة تربية محاصيل الخضر. القاهرة. جمهورية مصر العربيّة. 205 ص.

8. حسن، أحمد عبد المنعم. 2019. تربية القرعيات لتحسين المحصول وصفات الجودة وتحمل الظروف البيئيّة القاسية. سلسلة تربية محاصيل الخضر. القاهرة. جمهورية مصر العربيّة. 116 ص.

9. حمندوش، محمد جمال عبد القادر. 2014. الوراثة الكميّة. منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية – جامعة حلب 329 صفحة.

10. حميدان، مروان؛ معلا، محمد. 1996. إنتاج بذور الفاكهة والخضار. منشورات جامعة تشرين، 415 ص.

11. الربيعي، عباس حسين مغير. 2013. مدخل إلى علم الوراثة. الدار المنهجية للنشر والتوزيع. عمان. الأردن. 305 ص.

12. زين، أميرة؛ الرعيدي، سامر؛ فضة، رأفت. 2010. استنباط أصناف جديدة من الخيار *Cucumis sativus* L.. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (86): 68 ص.

13. شاهرلي، مخلص. 1992. الحصول على المادّة الوراثيّة الأوليّة باستخدام المطفرات الفيزيائيّة والكيميائيّة ومنظمات النمو على الشعير البري، خاركوف، أوكرانيا.

14. الشيخ، عباس؛ الحكيم، محمد شفيق؛ الشيخ قدور، أحمد. 2013. تربية النّبات (الجزء النظري). منشورات جامعة حلب، 200 ص.

15. صبوح، محمود؛ حديد، مها لطفي؛ قنبر، عدنان. 2010. الوراثة الكميّة (الجزء النظري). منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية – جامعة دمشق. 398 ص.

16. العبيد، صالح؛ الشتيوي، إبراهيم. 2004. إنتاج محاصيل الخضر. منشورات جامعة حلب، 508 ص.

17. عزام، حسن؛ شاهرلي، مخلص؛ لاوند، سلام. 2009. تربية النّبات والهندسة الوراثيّة (الجزء النظري). منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية – جامعة دمشق 277 صفحة.

18. عزام، حسن؛ كيال، حامد؛ جابر، بدر؛ صبوح، محمود. 1999. التّحسين الوراثيّ للنباتات، الطبعة الثانية، منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة. 400 صفحة.

19. كلحوس، فلك. 2008. توصيف بعض العشائر المحليّة من البطيخ الأحمر *Citrulus lanatus* L.، والحصول على خطوط مرباة ذاتياً. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة حلب. 106 ص.

20. المحمد، خالد. 1995. استنباط سلالات من الخيار *Cucumis sativus* L. تابعة للصنف Beth Alpha باستخدام حمض الجبريليك. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (24): 59 – 80 ص.

21. المحمد، خالد. 2008. استخدام مراكب 2, 4 – D لإحداث العقم الذّكريّ في البندورة. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (71) 66 – 76 ص.

22. المحمد، خالد؛ أيوبي، نبيل؛ حساني، زكريا؛ زين، أميرة. 2003. التّحسين الوراثيّ للفاكهة والخضار. منشورات جامعة حلب. 283 ص.

23. المحمد، خالد؛ زين، أميرة. 2009. دراسة تأثير حمض الجبريليك (GA3) في إحداث العقم الذّكريّ في البندورة. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (75): 113 – 123 ص.

24. المحمد، خالد؛ زين، أميرة. 2010. استنباط أصناف من الخيار *Cucumis sativus* L. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (86): 92 – 122 ص.

25. المحمد، خالد؛ زين، أميرة. 2014. التّحسين الوراثيّ وإنتاج البذور. منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية – جامعة حلب 185 صفحة.

26. المحمد، خالد؛ زين، أميرة؛ الأسعد، خيرية. 2013. تقييم الهجن النّاتجة عن التّهجين نصف التبادلي بين الأصناف المحليّة من الباذنجان *Solanum Melongena* L. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (103): 213 – 237 ص.

27. المحمد، خالد؛ زين، أميرة؛ الحبيطي، جاسم. 2010. استنباط سلالات مرباة ذاتياً من القثاء المحليّة. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (85): 132 ص.

28. المحمد، خالد؛ زين، أميرة؛ القدور، أنس؛ محمد اليوسف، إبراهيم. 2013. تقييم الهجن النّاتجة عن التّهجين نصف التبادلي بين عدة أصناف مستوردة من البطاطا *Solanum tuberosum*. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (102): 74 ص.

29. المحمد، خالد؛ زين، أميرة؛ سعيد؛ حسام. 2007. استخدام مراكب 2, 4 – D لإحداث العقم الذّكريّ في الباذنجان. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (60) 50 – 63 ص.

30. المحمد، خالد؛ زين، أميرة؛ صيادي؛ مصطفى. 2009. تقييم الطرز الوراثيّة المحليّة والأصناف المدخلة من اللوبياء *Vigna* ssp. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (78) 192 ص.

31. المحمد، خالد؛ كلحوت، عبد الرحمن؛ الجاسم، عبود. 2005. استنباط سلالات مرباة ذاتياً من الخيار *Cucumis sativus* L. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (54): 213 – 237 ص.

32. المحمد، خالد؛ كلحوت، عبد الرحمن؛ غازي، حسان. 2003. دراسة أهم أصناف الباذنجان المحليّة وتحسينها وراثياً. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (44): 67 – 85 ص.

33. المحمد، خالد؛ مخول، سهيل؛ حمندوش، محمد جمال؛ الجاسم، عبود. 2010. قوّة الهجين. القدرة على التّوافق لبعض مؤشرات الإنتاج لهجن نصف تبادلية من الخيار في الزراعة الحقلية. مجلة بحوث جامعة حلب. سلسلة العلوم الزراعية. العدد(83) 321 – 338 ص.

34. المحمد، خالد؛ مخول، سهيل؛ حمندوش، محمد جمال؛ الجاسم، عبود. 2010. استنباط هجن خيار مبكرة النضج باستخدام التّهجين نصف التبادلي بين بعض سلالات

الخيار المحليّة والأجنبيّة. مجلة بحوث جامعة حلب. سلسلة العلوم الزراعية. العدد(82) 103 – 122ص.

35. المحمد، خالد؛ مخول، سهيل؛ حمندوش، محمد جمال؛ الجاسم، عبود. 2010. دراسة قوّة الهجين، ومقدرة الائتلاف لبعض الصّفات المهمة في هجن نصف تبادلية من الخيار (*Cucumis Sativus* L). المجلة العربيّة للبيئات الجافة (أكساد)، 6(1): 6-18ص.

36. المحمد، خالد؛ معلوف، فؤاد؛ حاج سليمان، أحمد؛ حجو، محمد. 2011. تحسين الصّفات النّوعيّة، والبيوتكنولوجية لزيادة القيمة الغذائية في بذور الفول. مجلة بحوث جامعة حلب – سلسلة العلوم الزراعية. العدد (94): 108 ص.

37. المصري، عادل محمد. 2008. الصّفات الكميّة. منشأة المعارف – الإسكندرية. 462 ص.

38. المصري، عادل محمد. 2008.، وراثة العشائر الطّبيعيّة. منشأة المعارف – الإسكندرية. 390 ص.

39. مصطفى، ياسر محمود محمد. 2013. أساسيات تربية محاصيل الخضر. كلية الزراعة. جامعة المنيا.

40. معلا، محمد يحيى، نزار حربا. 1994. التّحسين الوراثيّ لنباتات الفاكهة والخضار. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية. جامعة تشرين.271 صفحة.

41. معلا، محمد يحيى؛ حربا، نزار. 2005. تربية المحاصيل (الجزء النظري). منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية – جامعة تشرين. 480 ص.

42. الورع، حسان بشير، محمد مروان علبي. 1997. إنتاج محاصيل الخضر. جامعة حلب. كلية الزراعة، 666 صفحة.

43. يوسف، نجيب قاقوس. 2004. التحليل الوراثيّ لنباتات الأجيال ذاتية الإخصاب في الشعير، المجلة العراقية للعلوم الزراعية 5 (4): 89-94.

المراجع الأجنبيّة

1. ALMUHAMMAD. KH. (1993): Self-pollination cucumber line from beth alpha cultivar, their use in breeding. Ph. D. thesis, St. Petersburg. USSR: 93p

2. ANITA SINGH AND HARI HAR RAM. (1998): standares heterosis for yield its attributing characters in cucumber (*Cucumis sativus* l.). G. B. pant university of agriculture and technology, pantnagar-145-263 (U. S. Nagar, Uttarakhand).

3. AUSTIN, S.; and CASSELLS, A.C. 1993- Variation between plants regenerated from individual coli produced from separated potato stem callus. Plant science leter. 31: 107 – 114.

4. AYALA, J. F.; and KIGER, A. J. 1998- Modern genetics. California, U. S. A., 348P.

5. BASSETT, J.M. (1986): Breeding vegetable crops, AVI Publishing company, INC, Westport, Connecticut. U.S.A. 214-219 P.

6. BERENJI, J. (1988): Evaluation of combining ability and heterosis and analysis of yield components in grain sorghum. Bittenzo Hmeij, lekovito biliezo : (56-57) : 42-79.

7. EKIZ, H., A.F. FIRAT AND A. ÖZTÜRK. (1995): Studies on Hybrid Cucumber and Melon Breeding. ISHS Acta Horticulturae 491, P: 20-26.

8. ESQUINAS-ALCAZAR, J. T. & P. J. GULICK. (1983): Genetic Resources of Cucurbitaceae: A Global Report. IBPGR Secretariat, Rome. Euphytica : 105: 2, 109-118.

9. FARKAS J. (1993): Apardicson heterozis nemesitesenek alatualis problemai. Zoldsegtsrmesztesi Kutato` Intezet vol ,N: 25, P:51-55.

10. FARKAS, J. . (1985): A paradicsom biológiaja. In: Paradicsom termesztés. (szerk. Blázs, S.) Budapest. Mezőgazd. K19 – 62 p.

11. FEHR, W.R. (1980): Artificial hybridization and self-pollination, Amer :Sos. Sci. P.105-106.

12. GITTE, K. BJOERN. AND H. KAMPMANN. (2001): breeding lines. Pseudoperonospora cubensis. Resistance. Riesenschäel cucumber.

13. GOUTAM, A.S. (2003): Combining ability studies for grain yiled and other agronomic characters in inbred lines of Maize. Indian J. Crop Res., 26(3) : 482-485.

14. GRIFFING, B. (1956): Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Aust. J. Biol. Sci. : 9 :463-

493.
15. HAYES, H.R. AND D.F. JONES. (1916): First generation crosses in cucumber. Ann. Rep. Arg. Exp. Sta. P.319.322.
16. JACK, E., STAUB. AND V. IVANDIC. (2001): The formation of test arrays and a core collection in cucumber (*Cucumis sativus* L.) using phenotypic and molecular marker data. Journal of the American Society of Horticultural Sciences. N:127. P:558-567.
17. JIANWU, L. (2001): genetic analysis for major agronomic characters in cucumber (*Cucumis sativus* L.). acta horticulturae 402.
18. KHOJAH,. J.H. (1993): Development of fresh market field tomato hybrid. Ph. D. Thesis. Horticulture Breeding research institute, Kecskemet, Hungary, P. : 122.
19. KNERR, L.D. AND J.E. STAUB. (1992): Inheritance And Linkage Relationship Of Isozyme Loci In Cucumber (*Cucumis Sativus* L.). Theor. Appl. Genet.N: 84. P:217-224.
20. KOSTOVA, D., ALEXANDROVA, M. AND A. KARPAROV. (1999): Characterization of Cucumber Mosaic Virus (CMV) tolerance in cucumber breeding lines using indirect ELISA, Bulgarian-Journal-of-Agricultural-Science (Bulgaria). v. 5(4) p. 571-575.
21. KUPPER, R. S. AND J. E. STAUB. (1988): Combining ability between lines of *Cucumis sativus* L. and *Cucumis sativus* var. hardwickii (r.) alef. Springer link. Euphytica. 38: 197-210.
22. LEPSE, L., M. BAUMANE AND I. RASHAL. (2001): Restoring morphological characteristics of the Latvian cucumber (*Cucumis sativus* L.) variety 'Dindoņa Zaļie Ķekaru'. Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis. 1. (2): pp. 73-76.
23. LJILJANA, S., NOVICE, N. AND M. ZIVOSLAV. (2003):genetic analysis of yield and combining abilities in cucumber female lines. acta horticulturae 462.
24. LOPEZ SESE, A. AND J. E. STAUP. (2002): Combining ability analysis of yield components in cucumber, journal of the American society for horticultural science. USDA.
25. LOWER, R.L. AND M.D. EDWARDS. (1986): Cucumber breeding. In: M.J. Bassett, (ed). Breeding Vegetable Crops. Westport, Connecticut, U.S.A: AVI Puplishing Co. pp. 173-203.
26. LUDILOV, V.A. (1987): Seeds Production of Vegetable Crops and Grourds. Moscow, U.S.S.R.

27. MING, LIN. AND R.D. ZONGXUN. (1997): Sex Expression of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Plant and the Changes of Content of ACC, GA, ABA and EFE Activity. College of Life Sciences, Peking University, Beijing. Vol.33 No:2. pp. 222-229.
28. MLIKI, A., STAUB JACK, E., ZHANGYONG, S. AND GHORBEL ABDELWAHED. (2003): Genetic Resources and Crop Evolution. 50 (5) p.461-468.
29. MOUSHUMI SARKAR AND P. S. SIROHI. (2006): gen action of quantitative characters including yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.). indian journal of horticulture. indian agricultural research institute , New Delhi: 012-110.
30. NAUMKINA, Ti, YAKOVLEV, V.; TITEMOK, T. ; VASILCHIKIV, A.; OR, v.; BORISOV, A. ; KOLIKOVA, O. (2005): Pea breesing to improve effectiveness of symbiotic nitrogen fixation. Russia. Http://henmes. Biomet.msc. ru/pg131/50. htm. 10/10/2005.
31. NONNECKE, I.B.L. (1992): Vegetable Production. New york: Van Nostrand Reinhold. 657p.
32. OZDEMIR DOGAN. (2008): the genetic polymorphism in aspect of heterosis at *Cucumis sativus* L. moldova state university. P: 120.
33. PEJENKOV, V.E. (1990): The gentics of cucumber. Leningrad. USSR. P. 240–365.
34. PEJENKOV, V.I. (1994): Flora of cultivated plants. Cucurbita (*Cucumis sativus* L. and *Cucumis melo* L.).
35. PETERSON, C. E. (1960): Gynocious Inbred Line Of Cucumber. Mich. Agr. Expt. Sta. Quart. Bul. 43: 40 - 42.
36. PRASAD, V. S., KRISHNA, R. AND D. P. SINGH. (1992): Combining ability through line x tester analysis in cucumber (*Cucumis sativus* L.). indian journal of horticulture, v. 49, issue. 4: 0972-8538.
37. SEANKEO, W. (1994): Effect of planting date on seed yield and quality of cucumber. (*Cucumes sativus*. Linn.) Master degree Thesis, Kasetsart university, Thailand. 47p.
38. SIMON, P.W. (1991): Genetic Improvement Of Cucumber Nutritional Quality. Hort. Sci. 26:740.
39. SIMON, P.W. (1997): Genetic improvement of cucumber nutritional quality. (http://www.hort.wisc.edu/).
40. SINGH, B.D. (1988): Plant breeding Principle and methods. Kalyani publisher, New Delhi, P. : 265.

41. SUDHAKAR PANDEY, SINGH, B., MAJOR SINGH, MATHURA. (2003): heterosis in cucumber (*Cucumis sativus* L.). indian institute of vegetable research, varansi: 221-305.
42. SUMPENA, U. (2006): uji daya gabung dan heterosis pada hasil persilangan diallel mentimun (*Cucumis sativus* L.). Agrivigor, vol. 6: no. 1.
43. YANG, S.L., H. PU, LIU, P.Y. AND T.W. WALTERS. (1991): Preliminary Studies On *Cucumis sativus* Var. Xishuangbannanesis. Cucurbit Genetic Cooperative 14:29

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

جامعة الفرات
2006 ٢٠٠٦
Al-Furat University

اللجنة العلمية

أ.د. زياد الحسين **أ.د. فواز الحاجي** **أ.د. صالح العبيد**

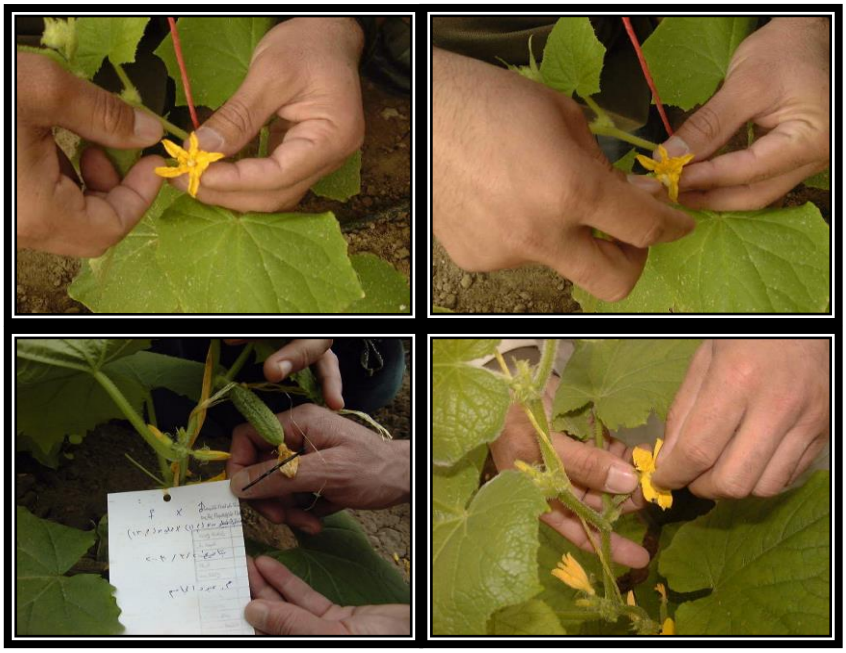
المدقق اللغوي

د. منى العلي

حقوق الطبع والترجمة والنشر محفوظة لمديرية الكتب والمطبوعات الجامعية

Alfurat University
Faculty of Agriculture

Genetic Improvement of Vegetables



By

Asistant. Prof. Dr
Abboud Hamoud Aljasim

سعر النسخة ( )