

## الأسس الوراثية لتربية النبات

1. التغيرات ( الاختلافات ) Variations : التغيرات الموجودة في الكائنات الحية قد تكون ناتجة من اختلافات مناخية او بيئية Environmental Variations او ناتجة عن اختلافات وراثية Genetic Variations كذلك يُوخذ بنظر الاعتبار التداخلات الموجودة بين العوامل الوراثية والبيئية اذ لا يمكن فصل الوراثة عن البيئة ، ان العوامل البيئية ليست عوامل وراثية Non Genetic Factor الا انها تؤثر على التركيب الوراثي.

تعود التغيرات نتيجة للعوامل الوراثية الى الاختلافات بين الجينات Genes والتي تعتبر وحدة المعامل الوراثي والمسؤولة عن السيطرة على الاختلافات الوراثية وان مجموع العوامل الوراثية المسيطرة على الكائن الحي يطلق عليها Genotype اما التداخل بين العوامل البيئية والوراثية ينتج عنه ما يسمى المظهر الخارجي للكائن الحي Phenotype وهذا التداخل يختلف في الكائنات الحية فقد يكون هنالك تاثير كبير على بعض الصفات وخاصة الكمية منها Quantitative Characters كصفة الحاصل حيث ان هذه الصفة تتاثر بالعوامل البيئية اكبر مما هو في الصفات النوعية Qualitative Characters كاللون وهذه الاختلافات تعود الى عدد الجينات المسيطرة على الصفة بالإضافة الى العوامل الأخرى المسيطرة على الصفة. ان زيادة عدد الجينات يساعد على تاثر الصفة بالعوامل البيئية ويمكن حساب مقدار هذا التغير بمعرفة درجة او نسبة التوريث Heritability وهي عبارة عن نسبة التغير الوراثي الى التغير الكلي والذي يشمل التغير الوراثي + التغير البيئي ويمكن توضيح ذلك بالمعادلة التالية:

## (التغاير الوراثي) VG

$$H = \frac{VG + VE}{2}$$

$$VG + VE \text{ (التغاير الوراثي + البيئي)}$$

يعتمد علم تربية النبات على ثلاث قواعد وراثية أساسية والتي نشأت منها الاختلافات الوراثية وهي:

1. الطفرات الوراثية Mutation

2. التهجين Hybridization

3. الانتخاب Selection

الطفرات: يمكن تعريف الطفرة الوراثية بانها التغير المفاجى الذي يحصل في تركيب الجينات والموجودة على الكروموسومات.

وتعتبر الجينات Genes العوامل المسؤولة عن ظهور الصفات الوراثية، ان الطفرات قد تغير التركيب الوراثي للكائن الحي او جزءا منه وتعتبر الطفرة الوراثية عملية أساسية في تطور الكائنات الحية حيث يمكن ان ينتج عنها صفة جديدة لم تكن موجودة سابقا وان حدوث الطفرات قليل جدا فقد تحدث الطفرات بصورة تلقائية Spontaneous في الطبيعة او يمكن احداثها صناعيا في النباتات باستعمال بعض المطفرات Mutagens مثل الاشعاع الذري بانواعه المختلفة X-rays او اشعة كاما Gamma-rays بالإضافة الى بعض الكيمياء .

وتحدث التغيرات ( الطفرات ) سواء كانت وراثية او مورفولوجية نتيجة لاتي:

1. طفرات كروموسومية Chromosomal mutation: أي تغيير في اعداد الكروموسومات

بالخلايا الجسمية للكائن ( التضاعفات الكروموسومية)

2. ارتباكات كروموسومية Chromosomal aberrations : وتسمى تغيرات بنائية

كروموسومية Chromosomal structure مثل حالات النقص ، الزيادة، الانقلاب،

والانتقال وغيرها.

3. طفرات جينية Gene mutation: تحدث نتيجة الاختلاف او التغير في ترتيب القواعد

على جزي الحامض النووي DNA ويسمى هذا من النوع من الطفرات أيضا point

.mutations

4. طفرات جسمية او سايتوبلازمية Somatic or cytoplasmic mutations: وتحدث

الطفرات او التغيرات في أجزاء جسمية.

### دور الطفرات في برامج تربية وتحسين محاصيل الفاكهة:

تهدف التربية عن طريق الطفرات الى تغيير او إضافة احد الصفات لصنف ما. وتعتبر من

افضل طرق التربية اذا كان الهدف تحسين صنف جيد مرغوب ومع ذلك فان اجمالي التغير

الذي تحدثه الطفرة غالبا ما يصاحبه تاثيرات جانبية غير مرغوبة. وتعد طريقة استحداث

الطفرات، هي الطريقة الوحيدة لتحسين الأصناف التي تتصف بالعقم الكامل، وتلك التي تكثر

خضريا وتعطي بذورا خالية من الاجنة الجنسية كما في بعض أصناف الموالح وبعض

الأنواع التابعة لجنس *Rubus* و *Malus* .

**المطفرات:** الطفرات الموجودة حاليا في أشجار الفاكهة طبيعية المنشأ، نتجت بتاثير عوامل

التطفير Mutagens مثل الأشعاعات الكونية، التغير الشديد في درجات الحرارة كما ان

البراعم تظل ساكنة لفترة طويلة ثم تدفع بواسطة التقليل الجائر الى التطير وجميع هذه العوامل يطلق عليها مطفرات طبيعية. ومعدل حدوث الطفرات الطبيعية منخفض جدا، لذلك يلجا المربي لزيادة هذا المعدل باستخدام مطفرات ( عوامل تطير ) لاستحداث الطفرات. يوجد نوعين من المواد المطفرة :

### أولاً: المطفرات الطبيعية Physical mutagens: وتشمل: 1. الاشعة فوق

البنفسجية Ultraviolet (UV) وهذه يتحصل عليها من مصابيح الاشعة فوق البنفسجية.

2. الاشعة الكهرومغناطيسية Electromagnetic radiations وتشمل:

أ. اشعة X وهذه يتحصل عليها من مولدات هذه الاشعة.

ب. اشعة جاما (Y) ويتحصل عليها من النظائر المشعة مثل كوبلت 60 ( $CO^{60}$ )

وسيزيوم 137 ( $CS^{137}$ ).

3. الاشعة الجسمية Corpuscular radiations وهي تشمل:

أ. النيوترونات البطيئة او الحرارية وهي تصدر من المفاعلات الذرية

ب. جسيمات بيتا (B) ( الالكترونات) ومصدرها النظائر المشعة مثل الفوسفور 32 ( $P^{32}$ )

او الكبريت 35 ( $S^{35}$ ).

ثانياً: المطفرات الكيميائية Chemical mutagens: وهذه تشمل

أ. اكثر الكيماويات استخداما هي داي ايثيل سولفات (DES) diethyl sulphate

- ايثايل ميثان سلفونات (EMS) ethyl methan sulponate

- ميثايل ميثان سلفونات (MMS) Mehyle methan sulponate

ب. مطفرات كيميائية فعالة الا انها سامة وخطرة للاستخدام كما انها قد تسبب حدوث

السرطان ومنها: - اثيلين امين (EI) Ethylenimine.

- ن - نيتروز-ن - ايثيل يوريا (NEU) N-nitroso-N-ethylurea.

- ن - نيتروزو-ن-ميثيل يوريا (NMU) N-nitroso-N-methylurea.

### الأجزاء النباتية التي يمكن استخدامها:

استخدام النباتات الخالية من الفيروسات تعتبر من اهم النقاط الواجب مراعاتها عند اختيار

الجزء النباتي، الطفرة تنشأ أولا في خلية مفردة وبعدها لكي تتمكن الطفرة من اظهار ذاتها

على النبات بأكمله، فان الهدف هنا الذي يستقبل المعاملة المطفرة يجب ان يكون انسجة

مرستيمية او خلايا، على الرغم من ان جميع أجزاء النبات تقريبا يمكن ارجاعها للحالة

المرستيمية، الا ان القمة المرستيمية لفرع البرعم الخضري او المرستيم الموجود بالبذرة يعدان

من اهم الأهداف للمعاملة اما البويضات وحبوب اللقاح فهي تستخدم أيضا ولكن بمعدل اقل.

الخلايا الامية لحبوب اللقاح امكن معاملتها بنجاح لاحداث طفرات في الجين الخاص بعدم

التوافق الجنسي الذاتي للكريز الحلو. *Prunus avium* L. ، كما استخدم اللقاح المعامل

بالمواد المطفرة أيضا في التهجينات لزيادة الاختلافات بين النسل الناتج حيث يوضع اللقاح

المعامل على متاع به خلايا بيضة غير معاملة، وهذه المعاملة عادة ما ينتج عنها طفرات

كاملة، وقد امكن تشيع لقاح التفاح واليوسفي بنجاح.

الطفرات التي تحدث في الانسجة الجسمية عادة ما تستحدث عن طريق معاملة البراعم

الخضرية ( الورقية) بالمواد المطفرة ، فالبراعم الخضرية على الطعوم، العقل الساقية،

الريزومات، الدرناات او الابلصال يمكن استخدامها كما يمكن استخدام البراعم العرضية كذلك قد تستخدم العقل الجذرية ، الأوراق اعناق الأوراق او اية انسجة جسمية أخرى .

تتحمل براعم الأشجار المطعمة التعرض لجرعات اشعاعية تتراوح بين 0.5 - 1.0 كيلو راد (KR) اعلى من البراعم الموجودة على طعوم طعمت بعد تعريضها للاشعاع وذلك بسبب ان النمو النشط الذي يحدث مباشرة بعد المعاملة يساعد على حدوث الطفرات.

تتركب المرستيمات الطرفية للبراعم الورقية او البذور من العديد من الخلايا المنظمة تنظيمًا دقيقًا في بناء معقد، اذا حدثت طفرة لخلية ما فانها تصبح معرضة، وهي في حالة انقسام للمنافسة مع الخلايا الأخرى التي لم تتاثر بالمعاملة، واذا ما اقسمت هذه الخلية التي حدث بها تغير (طفرة) واعطت صف طولي من الخلايا فتكون النتيجة ان يصبح النسيج القمي للفرع محتوي على انسجة مختلفة وراثيًا.

يمكن استخدام البراعم الثانوية او البراعم الموجودة على العقدة بجوار البرعم الرئيسي، ومثل هذه البراعم تحمل عدد قليل من الخلايا مقارنة بالبرعم الرئيسي الخضري وتبقى ساكنة طالما كان البرعم الرئيسي موجود بجوارها وإزالة البرعم الرئيسي تدفع البرعم الثانوي الذي يوجد بجواره على النمو والتطور الى فرع طبيعي، لوحظت هذه الحالة في الكريز والعنب كما توجد في التفاح والكمثرى والرازبيري.

### تقنيات المعاملة بالمواد المطفرة

يتم تشعيم النباتات الكاملة بما فيها الأشجار لمدة طويلة داخل حقول اشعة جاما او داخل الصوبات التي عادة ما تكون محاطة بجدر سميكة تعمل كدروع لضمان عدم تسرب الاشعاعات، ان مصدر الاشعاعات او المواد المشعة عادة ما يكون نظير الكوبلت او

السيزيوم، وتخزن هذه النظائر تحت سطح التربة وترتب النباتات في حلقات حول مصدر الاشعاع على مسافة قطرية تبعد عن المصدر تبعا لجرعة الاشعاع المراد استخدامها. يستخدم هذا النظام في حالة التشعيع بجرعات منخفضة اما للجرعات القوية فتوضع الأشجار قريبة من المصدر وذلك بضبط المسافة وتوجيه قمة الشجرة نحو مصدر الاشعاع .

الطعوم الساكنة او العقل الساكنة يمكن تشعيها قبل تطعيمها او غرسها مباشرة ومن التجارب على أشجار الفاكهة وجد ان تشعيع الطعوم او العقل التي تحمل براعم منتفخة تكون اكثر نجاحا من التي تحمل براعم ساكنة. اما المطفرات الكيميائية فان استخدامها مع أشجار الفاكهة لاقى شي من الصعوبة، فغمر خشب الطعوم الساكنة في محاليل كيميائية سواء في الهواء العادي او تحت تفريغ لم تسمح للمادة الكيميائية ان تصل الى مرستيم البرعم. ومن ثم فان فتح البرعم عن طريق إزالة قمم الأوراق الحرشفية المحيطة ثم غمر الفرع بأكمله في المحلول الكيميائي قد يساعد على تغلغل المحلول الى داخل البرعم.

ويمكن إضافة المطفرات الكيميائية الى الأشجار من خلال القطوع التي يتم عملها في نهايات الافرع، اذ يمكن توصيل المحلول المطفر بهذه الجروح عن طريق انابيب مطاطية تملأ بالمحلول وتربط على حافة القطع ويمكن التأكد من انتقال المحلول عن طريق إضافة صبغة الايوسين eosin خلال فترة النمو النشط.

### الطفرات المفيدة في محاصيل الفاكهة

- **زيادة تركيز صبغة الانثوسيانين بجلد الثمرة:** زيادة تركيز صبغة الانثوسيانين في جلد الثمرة وبالتالي زيادة كمية اللون الأحمر ، اذ تعد من اهم وأول الطفرات التي لعبت دورا هاما

في تحسين أصناف التفاح فهناك المئات من الطفرات اللونية التي حدثت لصنف التفاح Delicious ومن هذه السلالات تم اختيار العديد منها وتسميتها بأسماء خاصة.

قشرة ثمرة التفاح تتكون من طبقة واحدة من خلايا البشرة epidermis ومن سبعة الى ثمانية طبقات من خلايا تحت البشرة hypodermal cells واللتين نشأتا من الطبقتين الاوليتين للخلايا، ومن ثم فان لون قشرة الثمرة يعتمد أساسا على الطبقتين التشريحتين الأولى والثانية. وان درجات لمعان اللون الأحمر بالجلد لها علاقة بكمية الكلوروفيل الموجودة بالخلايا، فكلما قلت كمية الكلوروفيل كلما ازدادت زهاوة اللون الأحمر بالجلد، ويذكر ان الطفرة المستحدثة والتي تسمى برايت ماكنتوش Bright McIntosh احتوى فيها جلد الثمرة وكذلك اللب على مستوى اقل من الكلوروفيل، كذلك امكن انتاج بعض طفرات التفاح التي يزداد في خلايا جلدها وبها محتوى الكلوروفيل.

وإنتاج الانثوسيانينات سائد من الناحية الوراثية وان الطفرات اللونية عندما أدخلت في التهجينات أعطت نسبة عالية من النسل الناتج به ثمارا حمراء اكثر من ثمار الأصناف الاصلية.

وعادة لا تحمل طبقة البشرة في حالة ثمار الكمثرى اية صبغات، كما ان طبقة واحدة او طبقتان من تحت البشرة تكونان خاليتان من الاصباغ. وعلى الرغم من ذلك يمكن القول ان التربية بواسطة الطفرات تعد طريقة جيدة لزيادة تركيز اللون بثمار التفاح والكمثرى.

- **انتاج أشجار مندمجة:** تقليص حجم القمة الخضرية للشجرة او الشجيرة يعتبر من

الصفات الهامة المرغوبة في محاصيل الفاكهة، حيث تلائم هذه الصفة الاتجاه الحديث

في تكثيف الزراعات بما يناسب المكننة الزراعية الحديثة وخاصة العمليات المتعلقة

بقطف الثمار. وفي التفاح وجد ان صفة النمو المندمج والنمو نصف المتقزم يبدو انها تحكم بعديد من الجينات وان التهجينات بين الأصناف المندمجة من التفاح انتجت أشجار اقصر من مثيلاتها الناتجة عن اباء طبيعية النمو.

ومن اهم الطفرات الشديدة الاندماج والشديدة التقزم حدثت في التفاح وهما Mc Intish و Wjick و Mc Intosh Bending واللذان تنتقلان صفات النمو كجين سائد مفرد.

في الكمثرى وجد ان صفة التقزم الشديد التي توجد في صنف نين فير Nain Vert تنتقل عن طريق جين مفرد سائد.

- **التوافق الذاتي: التوافق الذاتي Self – Compatibility (SC)** عبارة عن قدرة لقاح

زهرة صنف ما على اخصاب نواة خلية بيضة نفس الزهرة، وعلى العكس منه عدم التوافق الذاتي Self Incompatibility(SI) والذي يتسبب في فشل اللقاح الحي القادر على القيام بوظيفة الانبات او منع الانبوبة اللقاحية من النمو واختراق انسجة القلم حتى تتم عملية اخصاب خلية البيضة بطرية طبيعية.

وفيما يخص التوافق الجنسي الذاتي SC فانه يمكن وضع أنواع الفاكهة تحت الأقسام التالية:

1. عدم توافق ذاتي (مع وجود بعض الاستثناءات القليلة ) مثل الكريز الحلو .
2. توافق ذاتي وعدم توافق ذاتي معا، كما في اللوز والمشمش
3. درجات مختلفة من التوافق الذاتي تتدرج من توافق ذاتي كامل (SC) الى عدم توافق ذاتي كامل (SI) كما في الكريز الحلو.
4. عدم توافق ذاتي SI ولكنه ليس تاما كما في الكمثرى.
5. توافق ذاتي وعدم توافق ذاتي الا ان الأول غير تام كما في التفاح.

6. توافق ذاتي ( بعض الأصناف عقيمة ذاتيا بسبب انتاج حبوب لقاح غير حية) كما في الخوخ.

ظاهرة عدم التوافق الجنسي الذاتي تحكم بسلسلة من الاليات تحتل نفس الموقع، ويرمز لها بالرمز  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$ . وفي الجين الذي يحكم نمو انبوبة اللقاح نجد ان كل اليل يظهر تفاعل محدد او تاثير محدد على حبوب اللقاح والقلم ويعمل هذا الجين عن طريق انتاج بروتينات معينة في اللقاح والقلم وهذه البروتينات ما هي الا مشابهاة انزيم البيرووكسيديز وهذا الانزيم يعمل على تحطيم هرمون تشجيع النمو IAA الموجود بالانبوبة اللقاحية، ويفشل الاخصاب اذا ما احتوت حبة اللقاح وخلايا نسيج القلم على نفس الاليل وفي مثل هذه الحالة تصل الانبوبة اللقاحية الى حوالي ثلث الى نصف طول القلم ، وعند حدوث الطفرة يفقد نشاط الاليل S ويتحول من  $S_1$  ( عدم توافق) الى  $S_f$  (خصب) وتكون النتيجة ظهور التوافق الجنسي (SC) الا ان بعض الطفرات غير ثابتة أي تتحول من صورة الى أخرى مثل  $S_f - S_1$  ، وهناك العديد من الافتراضات التي حاولت شرح عد ثبات وتردد الطفرة في الاتجاهين الطبيعي والعكسي، ويمكن انتاج طفرات ثابتة ( غير متغيرة) عن طريق تشجيع الخلايا الامية لحبوب اللقاح في مرحلة السكون قبل الدور الابتدائي.

ولا شك ان عدم التوافق الجنسي الذاتي يقدم العديد من المزايا لدراسة الطفرات والمواد المطفرة فعن طريقه يمكن عزل ملايين الكاميتات باستخدام لقاح معامل بالمواد المطفرة ووضعه على قلم غير متوافق جنسيا ، وبعدها اللقاح الذي حصلت له الطفرة هو الذي سينمو ويعقد ثمارا، كما يمكن تقدير الشتلات المتوافقة ذاتيا SC في النسل الناتج بتلقيحها ذاتيا وخطيا مع أصناف معروفة التركيب الوراثي.

وفي الكريز الحلو توجد ستة اليات  $S_1$  الى  $S_6$  امكن التعرف عليها، كما امكن تحديد مجموعات عدم التوافق للأصناف، ولقد تم انتاج اول طفرات متوافقة ذاتيا باستخدام الاشعاع ومن اهم هذه الطفرات التي سميت كاصناف هما ستيتلا وكومباكت ستيتلا اللذان يعدان من اول أصناف الكريز الحلو المتوافقة ذاتيا.

وترجع أهمية التوافق الذاتي SC في أشجار الفاكهة الى إمكانية زراعة صنف ما مستقلا بالبستان، كما انها تزيد من الإنتاجية وإنتاج السلالات النقية التي يمكن إدخالها في تهجينات لانتاج افراد الجيل الأول كما يمكن انتاج تراكيب جديدة من الجينات المتتحية ذات الفائدة.

#### - مقاومة الامراض : توجد كثير من الامراض الهامة التي تصيب أشجار الفاكهة والتي

تحكم بجينات عديدة وفي التفاح امكن التعرف على طرازين من المقاومة احدهما تحكم بجين مفرد والأخرى يحكمها العديد من الجينات. اذا نجحت طريقة التربية بواسطة الطفرات فانها ستزيد من مستوى مقاومة الأصناف المرغوبة لبعض الامراض ولقد أظهرت بعض الطفرات المستحدثة لصنفي التفاح ماكنتوش وكوكس اورانج COX Orange درجات مختلفة من الحساسية لمرض البياض الدقيقي. ان معاملة بذور الأنواع التابعة لجنس Prunus (الفواكه ذات النواة الحجرية) بالنيترونات الحرارية ، أعطت شتلات لوز وكريز مقاومة مثل الأشجار المنزرعة لمرض التدرن Crown gall والمتسبب عن Agrobacterium tumefaciens. وفي الكمثرى امكن تقليل إصابة الفرع ببكتريا اللفحة النارية Erwinia amylovora عن طريق ابطاء نمو الشجرة، وفي التفاح امكن انتاج بعض الطفرات التي أظهرت ثمارها قابلية اقل للإصابة بمرض النقرة المرة bitter pit.

- **الثمار اللابذرية:** ظهرت الطفرات المرغوبة من الثمار اللابذرية في العديد من الفواكه مثل الجوافة (اللابذرية) والتي تتميز ثمارها بخلوها من البذور وهذه الحالة ظهرت في الهند على شجرة جوافة بذرية، كذلك ظهر العديد من الطفرات التي حدثت في أصناف وأنواع الموالح حيث اظهر العديد منها بعض الصفات الاقتصادية الهامة المرغوبة مثلا برتقال أبو سرّة والكريب فروت صنف مارش من الأصناف التجارية المرغوبة وترجع أهميتها لكون ثمارها خالية من البذور وهذه الصفات التجارية التي يرغبها المستهلك.

- **التضاعفات الكروموسومية:** حصول التضاعفات للعدد الكروموسومي في الاعناب الثنائية الأساس الكروموسومي أدى الى خفض الخصوبة ، كذلك الحال بالنسبة للرازييري والكريز والمشمش ، وفي التفاح والكمثرى وجد حالات التضاعف الثلاثية توجد في بعض الأصناف الهامة من الناحية التجارية وهذه الأصناف المتضاعفة تحمل من الصفات ما يوافق احتياجات المستهلك الا ان حالات التضاعف الرباعية غالبا ما ينتج عنها ضعف في النمو ونقص في المحصول. وعادة ما يتم احداث التضاعف الكروموسومي عن طريق استخدام الكولشيسين، وفي التوت والعنب الأمريكي *Vitis rotundifolia* امكن انتاج نباتات رباعية الأساس الكروموسومي عن طريق استخدام اشعة كاما.