طرق المعاملة بالعوامل المطفرة

توجد أربع طرق رئيسية لمعاملة النباتات بالعوامل المطفرة هى:

أولا: معاملة حبوب اللقاح

تتميز طريقة معاملة حبوب اللقاح بسهولتها وإمكان التحكم فى العوامل البيئية المحيطة من رطوبة، وحرارة، وضغط جوى ... إلخ، كما تعامل كميات كبيرة من حبوب اللقاح فى حيز صغير. وتنفرد طريقة معاملة حبوب اللقاح بميزة أخرى، وهى أن الطفرات المحدثة فى حبة اللقاح تنتقل إلى كل خلايا الجنين الذى ينشأ منها (بعد إخصابها إحدى البويضات)، ثم إلى كل خلايا النبات الذى ينمو منه.

ثانياً: معاملة البذور

تتميز طريقة معاملة البذور – مثل الطريقة السابقة – بسهولتها وإمكان التحكم فى العوامل البيئية المحيطة، مع معاملة كميات كبيرة من البذور فى حيز صغير، إلا أن الطفرة إن حدثت فى إحدى خلايا الجنين فى البذرة .. فإنها لا تظهر إلا فى جزء من النبات الذى ينمو منها؛ فلا يكون النبات كله ذا تركيب وراثى واحد كما يحدث عند معاملة حبوب اللقاح.

وتختلف الجرعة المناسبة من الإشعاع لمعاملة البذور باختلاف النوع المحصولى، وأفضلها هى التى تؤدى إلى فقدان حيوية ٥٠٪ من البذور، وهى التى تعرف باسم Lethal Dose 50 (LD_{50}). وقد تحددت بالفعل الجرعة المناسبة من أشعة إكس بالنسبة لمعظم الأنواع المحصولية. ويراعى أن تكون البذور التى يراد معاملتها عالية الحيوية، وتحتوى على قدر مناسب من الرطوبة، ولا تكون رطوبتها شديدة الانخفاض أو عالية بدرجة كبيرة.

ثالثاً: معاملة الأجزاء الخضرية

تختلف الجرعة المناسبة لمعاملة الأجزاء الخضرية باختلاف النوع والصنف، وتزيد فى الأنسجة المتخشبة عما فى الأنسجة العشبية، وتتراوح الجرعة المناسبة غالبًا بين ٢٠٠٠، و ٤٠٠٠ رونتجن.

ويحسن أن تجرى المعاملة فى أولى مراحل تكويـن البرعم، وأفضـل وقت لذلك هـو عندما يكون برعم المستقبل عبارة عن خليـة واحـدة. أمـا إن كـان ذلك صعب التحقيـق فتجب محاولة تطوير طرق جديدة لتشجيع تكويـن براعـم عرضيـة مـن الأجـزاء المعاملة (IAEA ١٩٦٨).

ويفضل إجراء المعاملة على البادرات الصغيرة؛ لسهولة تداولها وإحضارها للمفـاعلات فى أصص.

كما يعامل خشب الطعوم لأشجار الفاكهة أثناء الشتاء والربيع، ثم يطعم على الأصـل المناسب، تبدو النموات الأولى التى تظهر من البراعم المعاملة طبيعية عادة، وتجب إزالـة هذه النموات؛ لأن ذلك يزيد من فرصة ظهور الطفرات فى النموات الجديدة. ومع تكـرار التقليم .. فإن خشب الطعم قد يستمر فـى إنتـاج نمـوات تظـهر فيـها طفـرات جديـدة، وغالبًا ما تكون معظم الطفرات المتكونة على شكل كيميرا محيطية.

هذا .. ولا يكون من اليسير معاملة الشجيرات والأشجار بالإشعاع؛ لصعوبة تداولها.

ولا تستخدم النظائر المشعة بكثرة فى إحداث الطفرات؛ نظرًا لصعوبة التخلص منها، وهى تفضل عند الرغبـة فى إحـداث الطفـرات فـى الأنسـجة الداخليـة للنبـات، وذلـك بتغذية النبات بأحد العناصر المشعة مثـل الفوسـفور المشـع ^{32}P أو الكـبريت المشـع ^{35}S؛ حيث يمتصها النبات كما لو كانت عناصرها ثابتة، ويتحرك العنصر مع الماء المتـص إلى الأنسـجة الميرستيمية. وتنتقـل هـذه النظـائر مـع تيـار المـاء فـى النبـات كأيونـات لهـذه العناصر، ولكنها تتغير أثناء وجـودها فـى النبـات – بسـبب عـدم ثباتـها – إلى عنـاصر أخرى؛ فيتغير ^{32}P إلى كبريت، ويتغير ^{35}S إلى كلورين عندما تشع منها جزيئات بيتا.

وتجدر الإشارة إلى أفضلية معاملة النباتات المزهرة؛ لأن الانقسام الميـوزى (الاختزالى) يكون أكثر حساسية للإشعاع من الانقسام الميتوزى.

هذا .. ولا تجب معاملـة الأجـزاء الخضريـة المصابـة بالفيروسـات إلا عنـد الضـرورة القصوى. ويلزم – فى هذه الحالة – التمييز بين أعـراض الإصابـة الفيروسـية والطفـرات التى يمكن أن تظهر نتيجة للمعاملة.

ولمزيد من التفاصيل عن برامج التربية بالطفرات فى الفاكهة والمحاصيل الحقلية التى تتكاثر خضريًّا .. يراجع IAEA (١٩٧٣).

رابعًا: معاملة مزارع الخلايا والأنسجة

تعامل مزارع الخلايا أو الأنسجة بالعامل المطفر، ثم تقيم المزرعة بعد المعاملة فى بيئات تسمح بالتعرف على الصفات المرغوبة، وتنمى الخلايا أو الأنسجة الحاملة للطفرة المرغوبة، إلى أن تصبح نباتات كاملة.

ويتميز استحداث الطفرات فى مزارع الأنسجة بما يلى:

١ – إمكان التحكم فى عديد من العوامل الضرورية لإجراء الانتخاب بدرجة أكبر مما فى النباتات العادية.

٢ – نظرًا لأن المزارع تكون فى صورة خلايا أو بروتوبلاست، فإن مشاكل الـ diplontinc selection تقل كثيرًا.

٣ – إذا ما تكونت نباتات المزارع من خلايا مفردة فإنه تقل كثيرًا حالات الطفرات الكيميرية.

٤ – يزداد معدل ظهور الطفرات لأن كل خلية بالمزرعة تكون على اتصال مباشر بالعامل المطفر.

٥ – يمكن إجراء الانتخاب بسهولة شديدة – سواء لما يتعلق بالعوامل الحيوية أو غير الحيوية – بإضافة عامل الشدّ المناسب إلى بيئة الزراعة التى تتعرض للعامل المطفر.

٦ – يمكن تقييم ملايين الخلايا (يمكن أن تعطى أى منها نباتًا جديدًا) فى طبق بترى واحد.

٧ – يُسهِّل استعمال عشائر الخلايا الأحادية العدد الكروموسومى التى يتحصل عليها من مزارع المتوك وحبوب اللقاح .. يُسهِّل ذلك عملية التعرف على الطفرات وتثبيتها، حتى ولو كانت متنحية (عن Chahal & Gosal ٢٠٠٠).

هذا .. ويتأثر إنتاج الطفرات فى مزارع الأنسجة والخلايا بعديد من العوامل، نذكر منها ما يلى:

١ – مصدر النباتات المستخدمة فى الزراعة (الـ explants).

٢ – التركيب الوراثى للنبات المستخدم.

٣ – بيئة الزراعة.

٤ – عمر المزرعة.

وللتفاصيل المتعلقة بهذا الموضوع .. يراجع Brar & Jain (١٩٩٨).

وأيًا كانت طريقة المعاملة بالعوامل المطفرة .. فإنه تجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة لمنع حدوث أى ضرر للقائمين بها.

العوامل المؤثرة فى فاعلية العوامل المطفرة

تتأثر مدى فاعلية العوامل المطفرة فى إحداث الطفرات بالعوامل التالية:

١ – مستوى الأكسجين:

يؤثر مستوى الأكسجين فى الجزء النباتى المعامل على مدى الضرر الذى يمكن أن يحدثه العامل المطفر له. فكلما ارتفع مستوى الأكسجين .. زادت الأضرار، وزادت معدلات التحورات الكروموسومية نسبة إلى الطفرات العاملية. ويمكن تقيل – أو تجنب – أضرار الأكسجين بمعاملة البذور، وهى مشبعة بالرطوبة، أو وهى فى حيز خال من الأكسجين. أما إذا رغب فى زيادة فاعلية وجود الأكسجين .. فإن المعاملة إما أن تجرى على البذور الجافة، وإما أن توضع البذور فى محاليل المركبات الكيميائية المطفرة، مع دفع فقاقيع الهواء بها.

٢ – المحتوى الرطوبى:

يرتبط تأثير المحتوى الرطوبى مباشرة بمستوى الأكسجين فى النسيج النباتى المعامل؛ إذ إن المحتوى الرطوبى المرتفع يصاحبه انخفاض فى مستوى الأكسجين، ويختلف مدى تأثير المحتوى الرطوبى باختلاف الأنواع النباتية، والعوامل المطفرة المستخدمة؛ فهو أكثر أهمية بالنسبة لأشعة إكس، وأشعة جاما منه بالنسبة للنيترونات السريعة.

٣ – درجة الحرارة:

ليس لدرجة الحرارة أهمية تذكر عند المعاملة بالإشعاع، ولكنها على درجة كبيرة من الأهمية بالنسبة للمعاملة بالمركبات الكيميائية المطفرة؛ حيث تؤثر فى الفترة الزمنية