إنها تستغرق من ١٠-١٥ سنة (ربما كانت الفترة أقل من ذلك إن أمكن زراعة أكثر من جيل واحد من المحصول سنويًا)، ومع ذلك .. فإن عملية إنتاج صنف جديد، واختباره، ونشر استخدامه تتطلب فترة أطول من ذلك.

وبمقارنة التربية لمقاومة الأمراض والآفات باستخدام المبيدات فى الزراعة يتبين مايلى:

١ – تكون تكاليف إنتاج الصنف الجديد المقاوم أقل بكثير من تكاليف إنتاج أى مبيد جديد.

٢ – تكون تكاليف المحافظة على الصنف الجديد أقل من تكاليف الاستمرار فى عملية إنتاج المبيد.

٣ – يكون الصنف مقاومًا لآفة معينة، بينما يكون المبيد ضارًا بالحشرات النافعة.

وإلى جانب ما تقدم ذكره ... فإن استخدام الأصناف المقاومة فى الزراعة يفيد فيما يلى:

١ – يقلل من خطورة استعمال المبيدات السامة للإنسان والحياة البرية. ولا يسهم فى تلوث البيئة كالمبيدات.

٢ – يجعل الدورة الزراعية أكثر فاعلية فى مكافحة الأمراض.

٣ – يخفض كثيرًا من تكاليف مقاومة الأمراض.

وعلى الرغم من أهمية الأصناف المقاومة فإن المقاومة – مهما كانت قوتها – لا يجب أن تكون سببًا فى إهمال العمليات الزراعية التى من شأنها خفض شدة الإصابة. فيتعين – مثلاً – الاستمرار فى الدورة الزراعية حتى مع الأصناف المقاومة للأمراض التى تكون الإصابة فيها عن طريق المجموع الجذرى، لأن ذلك يؤدى إلى تقليل احتمال ظهور وانتشار سلالات فسيولوجية جديدة من المسبب المرضى.

الأمور التى تجب مراعاتها عند التربية لمقاومة الأمراض

يمكن القول إن التربية لمقاومة الأمراض نالت قدرًا من اهتمام مربى النبات أكبر مما ناله أى من أغراض التربية الأخرى، وهو – بلا شك – اهتمام فى محله، يمكن فهمه

إذا ما عرفنا الخسائر التى أمكن تجنبها بإدخال صفة مقاومة الأمراض فى الأصناف المزروعة.

وتجب - عند التربية لمقاومة الأمراض - مراعاة الأمور التالية:

١ - وضع الصفات البستانية والحقلية دائمًا موضع الاهتمام. فالصنف الجديد المقاوم يجب أن يتساوى مع الأصناف التجارية المزروعة، أو يتفوق عليها، فى المحصول والصفات البستانية والحقلية الهامة إلى جانب مقاومته للأمراض. وقد سبقت الإشارة إلى صنف البطيخ Conqueror الذى أنتجه Orton فى عام ١٩١١ كصنف شديد المقاومة لمرض الذبول الفيوزارى، ولكنه لم يلق إقبالاً لدى المزارعين؛ لرداءة صفاته البستانية.

٢ - محاولة التنبؤ بما يمكن أن يصيب الصنف من أمراض أخرى بعد نقل صفة المقاومة لمرض ما إليه، فكثيرًا ما يكون أحد الأمراض على درجة عالية من الخطورة فى منطقة ما. ولكن يحدث - عند التغلب على المرض بإنتاج الأصناف المقاومة له - أن تعيش النباتات لفترة أطول، الأمر الذى يجعلها عرضة للإصابة بأمراض لم تكن ذات أهمية من قبل (Andrus ١٩٥٣).

٣ - محاولة الاستفادة أولاً من المقاومة التى توجد فى الأصناف التجارية والأصناف البلدية، فلا يعقل محاولة استغلال المقاومة التى توجد فى الأنواع البرية القريبة - مع كل ما يتطلبه ذلك من جهد لنقل صفة المقاومة - قبل التأكد من أن المقاومة لا تتوفر أصلاً فى الأصناف المزروعة.

٤ - يجب الانتباه إلى مشكلة السلالات الفسيولوجية، واحتمالات كسر المقاومة، ولكن مع عدم إعطاء تلك المشكلة أهمية أكثر مما تستحق. إن إنتاج الأصناف المقاومة للأمراض يجب أن ينظر إليه على أنه برنامج مستمر، لأن السلالات الجديدة من المسببات المرضية قد لا تسمح للصنف الجديد بالبقاء مقاومًا لفترة طويلة، وقد فقد بالفعل عدد كبير من مصادر المقاومة، وبالرغم من ذلك .. فإن الموقف لا يدعوا إلى التشاؤم، خاصة وأنه يتوفر كثير من الأصناف المقاومة التى بقيت مقاومتها ثابتة لسنوات عديدة.

٥ – محاولة الاستفادة من أكبر عدد ممكن من جينات المقاومة المعروفة للمرض، للتغلب على سلالات المسبب المرضى، كما فى حالات مقاومة الطماطم لفيرس موزايك التبغ، ومقاومة القاوون لفيرس موزايك الخيار.

٦ – محاولة الاستفادة من كل طرز المقاومة المعروفة للمرض، سواء أكانت قُدرة على تحمل المرض، أم حساسية مفرطة للمسبب المرضى، أم مقاومة لتكاثر وانتشار المسبب المرضى فى النبات، أم مناعة، أم مقاومة لناقل الفيرس Virus Vector فى حالة الأمراض الفيروسية.

٧ – عدم إهمال مصادر المقاومة غير التامة إن لم تتوفر مصادر جيدة لمقاومة المرض، فبالتلقيح بين مصادر مختلفة للمقاومة ربما تظهر انعزالات فائقة الحدود Transgressive Segregations تكون أكثر مقاومة من أى من المصادر الأصلية. وحتى إن لم تظهر انعزالات فائقة الحدود فإنه يتعين عدم إهمال المستويات المتوسطة من المقاومة؛ لأنها أفضل – على أية حال – من القابلية التامة للإصابة.

ويدخل تحت المستويات المتوسطة من المقاومة ما يلى:

أ – حالات المقاومة الجزئية Partial Resistance؛ مثل مقاومة الطماطم للفطر *Cladosporum fulvum*، ومقاومة القاوون لفيروس موزايك الخيار، والفلفل لفيرس Y البطاطس.

ب – حالات مقاومة الحقل Field Resistance التى يسهل معها مكافحة المسبب المرضى بأقل مجهود، مثل: مقاومة الفلفل للفطر *Phytopthora capsici* (عن Clerjeau وآخرين ١٩٨١).

٨ – عدم إهمال حالات القدرة على تحمل الإصابة:

إن النبات القادر على تحمل الإصابة Tolerant لا يحمل درجة متوسطة من المقاومة، إذ إنه قابل للإصابة، ولكنه يتحمل تلك الإصابة. ويُلجأ إلى القدرة على تحمل الإصابة عندما لا يتوفر مصدر جيد للمقاومة. إلا أن بعض المربين يترددون فى إدخال صفة القدرة على تحمل الإصابة فى برامج التربية، لأن النباتات التى تحمل هذه الصفة يمكن أن

تؤوى أعدادًا هائلة من المسبب المرضى، الأمر الذى يزيد كثيرًا من احتمال ظهور طفرات جديدة منها شديدة الضراوة. كما أن الإصابة قد تنتشر من هذه الأصناف إلى الأصناف الأخرى الأقل منها قدرة على تحمل الإصابة. ومع ذلك .. فإن القدرة على تحمل الإصابة يمكن — إن وجدت مع المقاومة فى نفس الصنف — أن تؤمن الصنف ضد الإصابات الشديدة فى حالة كسر المقاومة. وعمليًا .. فإن ما يهم عند الانتخاب للقدرة على تحمل الإصابة هو التأثير النهائى للمسبب المرضى على الجزء الاقتصادى الذى يزرع من أجله المحصول.

ويتم الانتخاب للقدرة على تحمل الإصابة فى المراحل المبكرة لبرامج التربية، حيث يُبحث عن النباتات التى تعطى محصولاً جيدًا بالرغم من إصابتها بالمرض (Russell ١٩٧٢).

٩ – من الأهمية بمكان عدم الاعتماد على مصدر واحد للجيرمبلازم عند تربية الأصناف الجديدة التى يتوقع انتشار زراعتها على نطاق واسع، لأن الاعتماد على صنف واحد أو أصناف محدودة ذات أصل مشترك فى مساحات شاسعة يمكن أن يعرضها لإصابات مرضية وبائية غير متوقعة.

والأمثلة على ذلك عديدة، نذكر منها ما يلى:

أ – إصابة الشوفان فى الولايات المتحدة خلال الأربعينيات بوباء لفحة فيكتوريا Victoria Blight الذى يسببه الفطر *Helminthosporium victoriae*، بسبب انتشار زراعة عديد من الهجن القريبة من بعضها وراثيًا فى أكثر من ٨٠٪ من مساحة الشوفان خلال عام ١٩٤٥، حيث أدى ذلك إلى انتشار الوباء خلال عامى ١٩٤٦ و ١٩٤٧. وقد أمكن التغلب على تلك المشكلة بإدخال أصناف جديدة مقاومة للمرض فى الزراعة.

ب – إصابة الذرة فى الولايات المتحدة فى بداية السبعينيات (خلال عامى ١٩٧٠ و ١٩٧١) بوباء لفحة أوراق الذرة الجنوبية التى يسببها الفطر *Cochliobolus heteroetrophus*، بسبب انتشار زراعة هجن من الذرة تعتمد على سيتوبلازم عقيم الذكر – كان قد حُصِل عليه من تكساس T-type cytoplasm – فى أكثر من ٨٠٪ من مساحة

الذرة. وقد أمكن التغلب على تلك المشكلة بإدخال أصناف جديدة مقاومة للمرض (Russell ١٩٧٨).

١٠ – الاستفادة من الجينات التى تتحكم فى المقاومة لأكثر من مسبب مرضى، وكمثال على ذلك .. وجد Schroeder & Provvidenti (١٩٧٠) أن جميع أصناف البسلة المقاومة لفيرس موزايك البطيخ رقم ٢ – وعددها ثلاثون صنفًا – كانت كذلك مقاومة لفيرس موزايك الفاصوليا الأصفر، كذلك كانت جميع الأصناف القابلة للإصابة بأحد الفيروسين قابلة للإصابة بالفيرس الآخر، وتبين أن جينًا واحدًا متنحيًا يتحكم فى المقاومة لكلا الفيروسين.

١١ – تجنب استخدام جينات المقاومة المرتبطة بجينات أخرى تتحكم فى صفات غير مرغوب فيها إلا بعد كسر هذا الارتباط، إذ لا فائدة تُرجى من إنتاج صنف مقاوم لمرض ما، بينما يكون رديئًا فى صفات أخرى. ومن أمثلة ذلك ما لوحظ من وجود ارتباط قوى بين مقاومة البياض الدقيقى فى الخيار وبين حساسية النباتات لنقص عنصر المنجنيز (عن Walker ١٩٦٥). كذلك لاحظ Kooistra (١٩٧١) وجود ارتباط قوى جدًا بين مقاومة البياض الدقيقى فى الخيار وبين لون الثمرة الأخضر الباهت، وهى صفة غير مرغوبة تجاريًا. هذا .. وقد تم كسر تلك الارتباطات فيما بعد.

كما أن صفة المقاومة لمرض ما قد تكون مرتبطة بالقابلية للإصابة بمرض آخر؛ فعلى سبيل المثال .. وجد Zink & Duffus (١٩٧٠) علاقة قوية فى الخس بين المقاومة للبياض الزغبى والقابلية للإصابة بفيرس موزايك اللفت. ويعتقد أن تلك العلاقة مردها إلى السلالة PI91532 من *Lactuca serriola* التى حُصل منها على صفة مقاومة البياض الزغبى، والتى وجد أنها أيضًا قابلة للإصابة بالفيرس، وإن كانت بعض سلالات هذا النوع مقاومة لكلا المرضين. وقد تبين من الدراسات الوراثية – التى أجريت فى هذا الشأن – أن المقاومة لكل منهما يتحكم فيها جين واحد سائد، وأنهما يرتبطان فى نظام تنافرى، ويقعان على مسافة ١٢.٥ ± ١.٦ وحدة عبور من بعضهما البعض. هذا .. وتوجد صفتا المقاومة للبياض الزغبى والقابلية للإصابة بفيرس موزايك اللفت فى عدد من

أصناف خس الرؤوس ذات الأوراق النضرة السهلة التقصف Crisphead، مثل: Calmar، و Valtemp Vaverde، و Imperial 410، و Imperial Triumph، و Valrio إلا أن مقاومة كلا المرضين توجد فى أصناف أخرى من مجموعة خس الرؤوس ذى المظهر الدهنى Butterhead؛ مثل May King، و Meikoningen، و Ventura، وأصناف من مجموعة خس الرومين مثل: Valmaine (عن Dixon ١٩٨١).

١٢ – توظيف أكبر قدر من الثروة النباتية المتاحة لأجل برنامج التربية:

يمثل صنف الأرز IR36 أحد أفضل الأمثلة على توظيف مصادر الثروة النباتية، وتوجيه التعاون الدولى والتعاون بين المختصين فى تربية النبات، وأمراض النبات، والحشرات الاقتصادية، وفسيولوجيا النبات، والمحاصيل لأجل إنتاج صنف متميز. استخدم فى إنتاج هذا الصنف ١٣ صنفًا من الأرز من ست دول مختلفة بالإضافة إلى النوع البرى *Oryza nivara*. وأجريت اختبارات المقاومة للأمراض والحشرات فى أربع دول.

ومن بين الأمراض والحشرات التى يقاومها هذا الصنف ما يلى:

green leaf hopper (*Nephotettix virescens*)

brown plant hopper (*Nilaparvata lugens*)

stem borer (*Chilo* sp.)

blast (*Pyricularia oryzae*)

bacterial blight (*Xanthomonas campestris* pv. *oryzae*)

tungaro virus

grassy stunt virus

هذا .. بالإضافة إلى تحمل هذا الصنف لعدد من حالات سُمية التربة (سمية العناصر)، والجفاف المحدود (عن Innes ١٩٩٢).

١٣ – توجيه برنامج التربية نحو المقاومة المستدامة:

إن التربية لمقاومة الأمراض قد تعد مستدامة sustainable، أو غير مستدامة non sustainable حسبما إذا أدت إلى ثبات فاعلية جينات المقاومة، أم إلى سرعة تغلب

المسببات المرضية عليها، على التوالى؛ ذلك أن جينات المقاومة تعد من الثروات الطبيعية التى تجب المحافظة عليها، فإذا ما أدت طريقة التربية المتبعة إلى فقد تلك الجينات سريعًا واحدًا تلو الآخر، فإن تلك الطريقة لا تنطبق عليها شروط الاستدامة، خاصة إذا ما أدى كسر المقاومة إلى الاعتماد على المبيدات فى الحد من الإصابة المرضية (عن Stuthman ٢٠٠٢).