أسس التربية للمقاومة للأمراض والحشرات

لقد اهتم الانسان بدراسة بعض الامراض والحشرات والادغال قبل الميلاد وجاء هذا الاهتمام متطورا مع التقدم بالدراسات والأبحاث فقد احتفظ الانسان بالبذور الجيدة واهمل وحطم البذور التالفة (المصابة) بالإضافة الى اهتمامه بالأصناف والانواع الجيدة بالرغم من عدم معرفته للأساس العلمي لعمله هذا وانما كان يعتمد على فطرته و ذكائه الشخصي و بعد تطور العلوم وظهور الميكروسكوب العادي والالكتروني فقد ازداد تفهم الانسان للطفيليات والتعرف على دورات حياتها وطرق مقاومتها تسبب الإصابة بالأمراض والحشرات خسائر كبيرة للمحاصيل الزراعية وكذلك للثروة الحيوانية وقدرت هذه الخسائر مجتمعة بحوالي 34 % من مجموع الخسائر الأخرى واحيانا تزيد على هذه النسبة وهذه الخسائر ناتجة عن الفقد في حاصل الحبوب وتردي النوعية نتيجة للإصابة بالمرض او الحشرة وبالنظر لفداحة الخسائر المتسببة بهذه الآفات فقد قام الانسان بمقاومتها بطرق مختلفة فقد استعمل المبيدات الفطرية Fungicides والحشرية Insecticides واخذ انتشارها يتوسع بكثرة حتى لاحظ الانسان ان هذه المبيدات بالرغم من أهميتها في المقاومة الا انها مكلفة من الناحية الاقتصادية خاصة اذا استعملت على نطاق واسع كما هو الحال في المحاصيل الحقلية بالإضافة الى المشاكل المترتبة على استعمالها ومنها التلوث البيئي Pollution والمخاطر الصحية الناتجة عنه لذا فقد اهتم مربي النبات بإيجاد أصناف من المحاصيل مقاومة لمثل هذه الآفات الزراعية وبالفعل فقد حصل نجاح كبير في انتاج أصناف مقاومة للأمراض والحشرات واعتبر هذا الإنجاز من الانتصارات العلمية الهامة. هذا مع العلم ان معظم برامج التربية للنباتات الاقتصادية تستهدف في الوقت الحاضر ادخال صفات المقاومة في الأصناف التجارية للنباتات المزروعة.

ان إيجاد أصناف مقاومة للأمراض والحشرات تساهم مساهمة فعالة بتقليل كلفة الإنتاج بالإضافة الى ان الصنف المقاوم يوفر الحماية الكافية. من الامراض او الحشرات التي تصيبه اما الأصناف الأخرى فأنها تحتاج الى رشها بالمبيدات الفطرية للحد من انتشار المرض وقد يصادف أحيانا عدم توفر الظروف الملائمة للرش او عدم توفر الالة الخاصة بالرش مما يمنع رش المبيد في الوقت المناسب وبالطبع تأخير الرش فيه نوع من الخطورة حيث ان المرض قد يتطور وينشر بسرعة.

وبصورة عامة يمكن القول وبدون استثناء بان كل نبات قد يتعرض في فترة من دورة حياته الى آفة بيولوجية كالأمراض والحشرات او الادغال ومقدار الضرر والخسائر يتراوح من مقدار بسيط جدا لا يمكن تقديره الى كارثة ويعتمد هذا على العلاقات والتوليفات للتركيب الوراثي للعائل و كذلك التركيب الوراثي للمسبب المرضي والعوامل البيئية.

وبعد التطور الهائل في الهندسة الوراثية وزراعة الانسجة فقد قام العلماء المختصين بالوراثة وتربية النباتات بالتعاون مع علماء الامراض والحشرات والنيماتودا والفسلجة وبقية العلوم على انتاج أصناف وسلالات مقاومة للأمراض والحشرات وذات نوعية جيدة ومن خلال هذه التقنية المتطورة فقد تم التعرف على التركيب الوراثي للعائل دون الحاجة للتعامل معه كليا مما يوفر الكثير من الوقت خصوصا في النباتات التي تستغرق دورة حياتها سنين عدة كالنخيل وكذلك استعمال التهجين بين الخلايا لأجراء التهجينات بين الأنواع والاجناس بدلا من الطرق التقليدية في تربية النبات للتغلب على مشكلة العقم الناتجة عن التهجين بين اجناس وأنواع مختلفة.

الأسس الوراثية للمقاومة للأمراض والحشرات:

قبل البدء ببرنامج خاص بتربية النباتات للمقاومة للأمراض لابد من معرفة مصدر المقاومة وكيفية عمل الجينات الخاصة بالمقاومة وكيفية عملها ومناطق تواجدها الى التعرف على الامراض الفايروسية كما يمكن تصنيف طرق التكاثر التي تتلف البادرات ومنها ما يؤثر على الأوراق والسيقان او السنابل كالتفحم والصدأ بالإضافة الى الامراض الفايروسية كما يمكن تصنيف طرق التكاثر لهذه الامراض وينعكس ذلك على الحشرات أيضا فتوجد حشرات المخازن و حشرات تتغذى على العصارة النباتية بالإضافة الى الحشرات القارضة للأوراق والساق والجذور والحشرات التي تتغذى على الثمار. ان المقاومة ضد الامراض هي صفة وراثية ويجب البحث عن الجينات الخاصة بها في الأصناف او الأنواع القريبة من النوع المزروع وتنقل المقاومة اما من أصناف مزروعة او برية وبعد معرفة الجينات المقاومة يمكن ان تنقل الى الأصناف المزروعة (التجارية عادة) بطريقة التهجين وهنا لابد للمربي ان يأخذ بنظر الاعتبار وجود الصفات الوراثية التالية:

1-مجموعة الصفات الوراثية الخاصة بالصنف ويسمى العائل (Host) Genetic basis of host resistance

2-مجموعة الصفات الوراثية الخاصة بالمرض او الحشرة (الطفيلي) Genetic basis of Pathogenicity

3-وراثة التداخل بين العائل والطفيل Genetic of host-pathogen interaction

فالمجموعة الأولى تتمثل بالسلوك الوراثي للصنف ولصفة المقاومة ووجد من الدراسات المتعددة ان صفة المقاومة لكثير من الامراض يتحكم بها زوج واحد او زوجين من الجينات (العوامل الوراثية) مما يجعل صفة نقل المقاومة من صنف الى اخر سهلة وفي حالة نادرة وجدت بان صفة المقاومة معقدة يحكمها اكثر من زوجين من العوامل الوراثية. ويمكن إعطاء فكرة عن الأساس الوراثي لمقاومة العائل حيث تم تسجيل اول ملاحظة عن القدرة المتفاوتة للأصناف المختلفة لمقاومة الامراض من قبل نايت في إنكلترا في منتصف القرن التاسع عشر حيث بين بان أصناف الحنطة تختلف في قدرتها على مقاومة امراض الصدأ ثم جاء بعد ذلك بريكلي حيث بين بان البصل ذو القشرة البيضاء يصاب بشدة باسوداد القشرة او مرض (Smudge) بينما الأصناف ذات القشرة الملونة تكون عادة خالية من هذه الاعراض.

لقد تطورت هذه الدراسات والتي لم تكن مبنية على الأساس الوراثي وحتى إعادة اكتشاف القوانين المندلية وفي بداية هذا القرن حيث ارست هذه القوانين أسس التحليل الوراثي لصفة المقاومة للعائل وساهمت في تقدم الأوجه التالية:

1-دراسة المقاومة نتيجة تضريب الأصناف.

2-تميز او تعين تفاعل الجينات مع السلالات الفسيولوجيه للمسبب المرضي.

3-وراثة تداخل العائل والمسبب.

لقد تبين من الدراسات الخاصة بمقاومة الأصناف للمسببات المرضية بان مقاومة هذه الأصناف قد تعتمد على جين واحد او جينين على الأكثر بينما ذكر باحثون اخرون بان المقاومة تعتمد على

العديد من الجينات ولا زال الاتجاه بالنسبة لصفة المقاومة والجينات المسيطرة عليها تبدو متشابهة وفي اغلب الأحيان تعتمد صفة المقاومة على جين واحد او جينين متكاملين او ربما الى حالة من حالات التفاعل بين الجينات التي تتحكم في الصفة الواحدة. كما وتبين بان للسايتوبلازم تأثيرا على المقاومة ومن الأمثلة على ذلك حساسية الأصناف الحاملة للعقم الذكري السايتوبلازمي من الذرة الصفراء لمرض لفحة الأوراق.

لقد قسمت الدراسات الوراثية الخاصة بصفة المقاومة في العائل الى مرحلتين الأولى أجريت على هجن متفاوتة في صفة المقاومة ومن الانعزالات الوراثية الحاصلة في الاجيال اللاحقة فقد تم تحديد الجين او الجينات الخاصة بالمقاومة في الأصناف دون تميز او دراسة العلاقة بين جينات المقاومة في الأصناف المختلفة. اما بالنسبة للمرحلة الثانية فقد شملت الدراسات الخاصة بالسلالات الفسيولوجية للطفيل. ولابد من اخذ السلالات والسلالات الفسيولوجية (ظهور سلالات جديدة من الفطر باستمرار تختلف عن سلالة الفطر الاصلية) وهذه واضحة في امراض الصدأ ويمكن توضيح ذلك باستخدام صنفين من الحنطة أ و ب يختلفان في تركيبهما الوراثي الخاص بالمقاومة لصدا ساق الحنطة فلو فرض واستخدام هذين الصنفين فقط في التفرقة بين سلالات المرض فالنتائج تكون كما يلي:

العائل	سلالات المرض الممكن تمييزها			
	سلالة (1)	سلالة (2)	سلالة (3)	سلالة (4)
صنف الحنطة (أ)	مقاوم	مقاوم	حساس	حساس
صنف الحنكة (ب)	مقاوم	حساس	مقاوم	حساس

ويتضح من ذلك انه اذا كان لدينا صنفان من الحنطة واستعملنا درجتين فقط من القابلية للإصابة (مقاوم او حساس) فانه يمكن التفرقة بين السلالات الأربعة من الفطر اما اذا استعملنا عدد (ن) من الأصناف المفرقة فيمكن تميز عدد من سلالات الفطر = (2 ن) عدا أصناف العائل المفرقة (السلالات الفسيولوجية)

كما حدد فاندربلانك نوعين من المقاومة وهي المقاومة الافقية (الشاملة Horizontal Resistance) والمقاومة العمودية (المتخصصة Vertical Resistance). ويقصد بالمقاومة العمودية بانها الحالة التي يكون فيها مستوى عال من المقاومة في الصنف الى عدد من السلالات الفسيولوجية للمسبب المرضي بينما هناك مستوى واطئ الى عدد اخر من هذه السلالات لقد كانت المقاومة العمودية فعالة لحماية الكثير من المحاصيل ضد اخطار الآفات حيث كانت فعالة ضد فطر الفيوزاريوم الذي يسبب مرض ذبول الطماطة واللهانة فهذا الفطر بطيْ الانتشار (عن طريق التربة) ويمكن الحد من خطورته عن طريق استعمال دورة زراعية طويلة.

هذا علاوة على ان كل من الطماطة واللهانة نباتين يسهل تربيتهما وتهجينهما للحصول على أصناف مزودة بجينات المقاومة لما يستجد من سلالات فسيولوجية للفطر. في حين فشلت المقاومة العمودية في حماية البطاطا من فطر Phytophthora infestans لكون هذا النبات متعدد المجموعة الكرموسومية Polyploid ويتكاثر خضريا لمقاومة سلالات متباينة من الفطر.

اما المقاومة الافقية فهي الحالة التي تكون فيها المقاومة متساوية الى جميع السلالات الفسيولوجية المعروفة

الأساس الوراثي لقابلية الطفيل على احداث الإصابة:

كان هناك مفهوما في الأيام الأولى لتربية النبات بان الصنف يفقد مقاومته لمرض معين ووصفت هذه الحالة بانها تحطيم او تكسر مقاومة الصنف والى فترة متاخرة تم وصف هذه الحالة وأصبحت معروفة و واضحة وهي ان التركيب الوراثي للصنف لم يتغير بالنسبة لطبيعة مقاومته للمسبب المرضي الذي تعرض له ولكن التغير حاصل في المسبب المرضي نفسه وبالفعل فقد تم تشخيص سلالات فسيولوجية للفطر المسبب لصدا الساق الأسود في الحنطة وجاء التشخيص بعد التعرف على التكاثر الجنسي في الفطريات حيث ساعد اكتشاف التكاثر الجنسي على معرفة كيفية حدوث التغايرات وقد تبين بان الطفرات الوراثية تلعب دورا كبيرا في ظهور سلالات جديدة من المسبب المرضي حتى في حالة عدم ظهور اتحادات جديدة. كذلك فالاتحادات الجديدة أي اتحاد نوى جديدة مع بعضها البعض فانها ستؤدي الى زيادة قابلية المسبب او قدرته المرضية على

الإصابة وهنا فالمسبب المرضي لا يهاجم العائلة حتى يكون قد سيطر على كافة جينات المقاومة. كذلك توجد اتحادات ناتجة خارج الطور الجنسي والى فترة متأخرة كان المتعارف عليه بان التغايرات المستمرة في الفطريات ناتجة عن الطور الجنسي ولكن تبين بان هناك اختلافات خارجة عن هذه الحالة. ولو نأخذ فطريات الصدأ على سبيل المثال وفي مرحلة اليوريداسبور (احد اطوار دورة حياة الصدأ) فأنها تحتوي على نوى ثنائية وعلى فرض ان الصدأ هيتروثالك (هنا اتحاد نوى لهايفات او غزول فطرية تعود لمجموعتين مختلفتين + و −) ان تبادل النوى المشتركة بين التركيبين الوراثيين

$$A^{+}B^{-} \times C^{+}D^{-} \ldots\ldots\ldots\ldots \gg A^{+}D^{-} \times C^{+}B^{-}$$

على فرض أن A^{+} , B^{-} , C^{+} ,D^{-} تمثل الأربع نواة الداخلة والاتحادات الجديدة.

ان التكاثر الجنسي سيؤدي بالنتيجة على إيجاد تغايرات وراثية جديدة ستظهر سلالات جديدة غير متشابهة وراثيا بالنسبة للاصل وطبيعة الاختلافات الوراثية في هذه الكائنات لا تختلف عنها في الكائنات الحية الراقية بل بالعكس هناك مرونة اكثر حيث تمر دورة حياة خلية الفطريات اسرع منها في النباتات الزهرية وقد تأخذ 48 ساعة تتم فيها دورة حياة خلية موسمية للقمة النامية لجذر البصل بينما تتم دورة حياة الفطر الفيوزيرم اوكسيسبورم بخمسة دقائق. هذا ويمكن تلخيص مصادر التباين الوراثي في المسبب المرضي ومنها الفطريات الى ما يلي:

1−من خلال الانقسام الاختزالي (الميوزي) في الخلايا عند مرحلة تكوين الكميتات ثم حدوث الاتحادات الجديدة والناتجة عن العبور.

2−ظاهرة اختلاف النوى داخل الخلية الواحدة (Heterocaryosis).

3−الدورة شبه الجنسية Parasexual Cycle واهمية هذه في الفطريات التي تتكاثر لا جنسيا حيث تؤدي الى حدوث تباينات وراثية عن غير طريق الجنس وفيها يختصر العدد الثنائي للكرموسومات فنحصل على طرز مختلفة أحادية العدد الكرموسومي ناتجة من الانقسام الميتوزي لخلايا جسمية مع فقد بعض الكرموسومات في الانقسامات المتعاقبة وتسمى هذه الظاهرة بالتوحد Haploidization هذه علاوة على حدوث تباينات عن طريق العبور الميتوزي (Mitotic crossing over). ان اكتشاف الدورة الجنسية لها أهمية تطبيقية في تربية وتحسين سلالات الفطريات ذات

التكاثر اللاجنسي لغرض الصناعة حيث كانت الطريقة تعتمد على الانتخاب من خلال مجموعة من السلالات مأخوذة طبيعية او حدوث طفرات تلقائية او طفرات اصطناعية.

وراثة التداخل بين العائل والطفيل:

لقد اثبتت الدراسات بان المقاومة للعائل وقدرة المسبب المرضي على الإصابة تخضع لسيطرة العوامل الوراثية وفي بعض الأحيان تكون تحت سيطرة عدد محدودة من الجينات هذا واصبح موضوع التداخل بين العائل والطفيل من الأمور المهمة عند الدراسات الوراثية بينما في السابق كان يؤخذ في الاعتبار احدهما دون الاخر بسبب صعوبة التعامل وراثيا مع العائل او الطفيل.

لقد اقترح فلور (1900,Flor) نظرية جين الى جين والتي بموجبها ربط النظام الوراثي للعائل كميا مع المسبب المرضي وقد لخص فلور الدليل الذي حصل عليه من دراسته على الصدأ الكتان واثر المسبب لهذا المرض على العائل وذكر بان لكل جين يسيطر على تداخل الصدأ في العائل يوجد جين معين يسيطر على القدرة المرضية للطفيل وكانت دراسة فلور على السلالات 22 و 24 للمسبب المرضي لصدا الكتان كما اكدت الدراسة على وجود جينين متغلبين تسيطر على مقاومة العائل وجينين متنحيين تسيطر على القدرة المرضية للمسبب وبين فلور بان القدرة المرضية دائما صفة متنحية بالنسبة لصدا الكتان وفي دراسات أخرى تبين بان القدرة المرضية قد تكون صفة متغلبة وبالتأكيد فان جين معين متغلب بالنسبة للعائل ومتنحي بالنسبة لعائل اخر. وهذا التأكيد يعود الى قابلية القدرة المرضية للمسبب وعندما يكون المسبب المرضي احادي في طبيعته الطفيلية كما هو الحال في الفطريات الكيسية فان صفة التغلب والتنحي لا يمكن ان تظهر بواسطة جينات المسبب المرضي وتعود أهمية هذه النظرية الى السلالات الفسيولوجية للمسبب المرضي والتي تم شرحها سابقا.

الأساليب الوراثية لمقاومة الحشرات:

لقد تقدمت وتطورت مكافحة الامراض النباتية في اتجاهين مختلفين: تربية أصناف مزودة بجينات المقاومة بالمقام الأول واستعمال مبيدات الفطريات بالمقام الثاني اما في مجال مكافحة

الحشرات فالصورة معكوسة حيث يشكل استعمال المبيدات الحشرية الأهمية القصوى. وقد ازداد استعمال هذا المواد بعد الحرب العالمية الثانية فقد لعبت هذه المبيدات دورا مهما في مكافحة الحشرات والتخلص من العديد من الحشرات. الا ان استمرارية استخدام المبيدات أدى الى سلالات جديدة من الحشرات أظهرت مقاومة لمثل هذه المبيدات كما ساعدت على ظهور افات جديدة لم تكن لها اثار تذكر وذلك لتقليل المنافسة الحيوية. هذا وقد عولجت هذه الظاهرة باستعمال جرعات اقوى من هذه المبيدات او بتكرار استعمالها في فترات متقاربة مما أدى الى حدوث مشاكل كثيرة كما زادت مشاكل التلوث البيئي لهذا فقد نشطت الأبحاث والدراسات في مجال مقاومة الحشرات بطرق أخرى ذات أهمية كبيرة لا تقل في أهميتها عن الطرق التقليدية. لقد استخدمت الأساليب الوراثية كما استخدم الاشعاع في تعقيم الذكور.

ويمكن تلخيص اهم الخطوات في تربية النباتات للمقاومة للامراض والحشرات كما يلي:

1-يجب ان يتركز اهتمام مربي النبات والذي يقوم بالتربية للمقاومة للامراض او الحشرات تحت ظروف الإصابة الطبيعية التي تحدث في الحقل وهنا لابد من تنفيذ برنامج التربية تحت نفس الظروف التي سيزرع فيها المحصول.

2-بعد اخبار الصنف المقاوم للمرض او الحشرة يتم تضريبه مع الصنف المحلي (التجاري) الذي تنقصه صفة المقاومة وهذه الخطوة تعتبر أساسية في نقل صفة المقاومة ويمكن الاستمرار بالبرنامج باتباع طريقة التهجين الرجعي وتعتبر هذه من الطرق المهمة وتحتاج الى وقت اقل بالمقاومة ببقية الطرق وتتم بإضافة جينات المقاومة للمرض او الحشرة الى الصنف الاخر.

3-تعرض النباتات للعدوى الاصطناعية عند التربية للمقاومة لمرض او حشرة حيث ان انتشار المرض او الحشرة قد يكون غير مضمون في بعض السنوات مما يجعل طريقة التربية غير مفيدة (شكل رقم 39).

4-يجب اختبار نسل النباتات المقاومة لمعرفة فيما اذا كانت مقاومة فعلا للمرض لوجود جينات المقاومة لها او انها لم تتعرض للإصابة او هربت منها ويعود سبب مقاومة الصنف الى مرض ما في سنة وعدم مقاومته له في السنة الأخرى الى تعرضه الى سلالات مختلفة من نفس مسبب المرض (Race) والسلالات الفسيولوجية للعائل بأنها الشكل الحي او مجموعة اشكال حية

Biotype او Group of Biotype وهذه يمكن تشخيصها عن طريق تعرضها لعدد من الأصناف او الأنواع النباتية المختلفة ولهذا السبب فان المسبب المرضي Pathogen يتميز بمدى تفاعله مع العائل (Host).

هذا وتوجد بعض الطرق الشائعة في مقاومة الامراض النباتية او الافات الزراعية المختلفة:

1-المنع Exclusion: عبارة عن منع المسبب المرضي Pathogen من دخول منطقة وتطوره بها ولم يكن موجود فيها سابقا وهذه العملية لا تتم الا بالتفتيش الدقيق على كافة المواد الزراعية الداخلة للقطر لمنع دخول المرض الجديد ويتم هذا المنع بواسطة الدوائر الزراعية المتخصصة (الحجر الزراعي Quarantine). كما يمكن رفض المادة الزراعية الحاملة للمرض في المنشأ وليس في المكان النهائي لوصولها وهذه العملية تساعد على تحطيم المسبب قبل ان يدخل البلد الجديد وينتشر. اما الطريقة الثانية فهي تحطيم المادة النباتية الحاملة للمرض بدلا من تحطيم جميع الارسالية الزراعية. او المنع القانوني لدخول مادة معينة (Prohibition) الى القطر وما يطبق على الامراض يمكن تطبيقه على الحشرات أيضا.

2-الاستئصال Eradication: هي إزالة وتحطيم المسبب المرضي أي القضاء عليه تماما في منطقة معينة وهذه تتم بعدة طرق منها إزالة النباتات المرضية من المجموعة النباتية المزروعة واعتبارها نباتات غريبة ولا بد من معرفة اعراض المرض وفي طور معين قبل ان ينتشر الى بقية النباتات. اما ان إزالة الادغال والتي تعتبر عائل نباتي اخر للمسبب المرضي حيث يمكن ان يقضي عليها المسبب المرضي جزء من حياته فمثلا المسبب لمرض صدا ساق الحنطة يقضي جزء من حياته على نبات الباربري والجزء الاخر على نبات الحنطة لذا يجب ان يقضي على هذا النبات. كما ان اتبع الدورات الزراعية وزراعة محاصيل معينة على مدار السنة او تغير موقع المحصول في الدورة الزراعية يساعد الى حد ما على تقليل خطر الافات الزراعية.

3-الوقاية Protection: ويقصد بها إيجاد الحاجز بين العائل والمسبب المرضي لمنع الإصابة مثل استعمال المبيدات الكيمياوية او تغير الظروف البيئية التي يعيش فيها الفطر او الحشرة بحيث تصبح غير ملائمة للمسبب المرضي او الحشرة.

المصادر:

1- الذرة الصفراء، انتاجها وتحسينها. 1990. أ.د. مدحت الساهوكي.

2- Principles of field crop production. 1980. Martin and Leonard.

استاذ المادة:
الأستاذ الدكتور: محمد عويد غدير العبيدي