

RESISTANCE IN PLANT PATHOLOGY

المقاومة في الأمراض النباتية

د. محمد عبد الخالق الحمداني

M.A.AL-Hamdany

mohammed2472010@yahoo.com



قبل الدخول في موضوع المقاومة في الأمراض النباتية لابد أن نتعرف عن المعنى العلمي لمصطلح المقاومة في النبات وبما إن جميع العاملين في الأمراض النباتية وبدون إستثناء يقرون بأهمية إستخدام الأصناف المقاومة كأحد أهم وسائل مكافحة أمراض النبات فإن المعنى الحقيقي للصنف المقاوم هو ما يعكس تعريف المقاومة.... فمعرفة كيف أطلق على صنف ما مقاوم هو من يرشدنا لتعريف صحيح للمقاومة.... بدأت بوادر العمل بإتجاه مقاومة الأمراض النباتية منذ زمن بعيد بدون أن يعرف من

تبنى العمل بأنه يعمل بإتجاه المقاومة.... لقد حرص المزارع والفلاح البسيط وحسب فطرته وحاجته أن يمارس الإنتخاب الطبيعي في حقوله ، حيث كان غالبا ما يفكر بالمستقبل .. والمستقبل من وجهة نظره.. قد يتلخص بضمان بذار للموسم القادم... لذلك ولغرض ديمومة جودة نباتاته التي أعطت له حاصلًا وفيرا هذه السنة.. فإنه يجمع بذور الموسم القادم من أفضل النباتات وكان أكثر الإنتخابات دقة ونجاحا عند حصول وبائيات شديدة بأمراض نباتية أثرت سلبا على بعض المحاصيل الغذائية، حيث لجأ أغلب المزارعين إلى جمع بذور النباتات التي هربت من الإصابة أو كانت إصاباتها غير مهلكة لأنه يعلم بأن شيئا ما قد أثر على أعداد من النباتات إنعكس في تشوهات أو تقزم أو تبقع أو مناطق ميتة وإنه لايفضل رؤية تلك الأعراض في الموسم القادم... لذلك كان يستبعد بذور هذه النباتات... وبسبب عدم قدرته في التفريق بين أنواع الممرضات أو الآفات الحشرية ... فقد كان يجمع بذوره فقط من النباتات التي لم يظالها أي شكل من أشكال الضرر إن توفر له هذا الخيار أو يلجأ أغلب الأحيان للنباتات التي تضررت جزئيا ... وبذلك كان عمله موجه بدون أن يعلم بالإنتخاب نحو المقاومة العامة في أغلب الأحيان.....

إن إستمرارية تداول الأصناف المحلية لمحاصيل السلطة الغذائية في أغلب الدول النامية عبر مئات السنين ما كان ليحدث لولا الإنتخاب الطبيعي والإنتخاب الإصطناعي من قبل الطبيعة والمزارع على التوالي... ولو إن المزارعين قد جمعو بذورا من كل النباتات التي وصلت لطور النضج لأزدادت وتيرة الإصابات سنويا....ولفقدنا الكثير...

...وبمرور المواسم حصل نوع من تراكم لمورثات مقاومة ضد ممرض معين. إن أول من أطر عملية الإنتخاب الطبيعي في ظل وبائيات مرضية ووضع لها قاعدة علمية هو العالم Rowland H. Biffin الذي عمل في جامعة كمبريج في إنكلترا... عمل بيفن في جامعة كامبريج على الصدا المخطط في الحنطة المتسبب عن الفطر البازيدي *Puccinia striiformis* عام 1902، ولخص ما وجدته في بحثه المعنون " Mendel's law of inheritance and wheatbreeding المنشور عام 1905 وفي البحث الثاني " Studies in the inheritance of disease resistance عام 1907 في أن المستويات العالية من المقاومة أو المناعة تورث كصفة مندلية بسيطة....أي وجود زوج واحد من المورثات يتحكم في تلك المقاومة.... لذلك فقد أكد على إمكانية نقل تلك الصفة إلى الأصناف التجارية

من جانب آخريميل البعض إلى إعتبار مربّي النبات الأسترالي William J. Farrer أول من أكد توريت مقاومة صدأ ساق الحنطة كما سيأتي ذكره لاحقاً....

وبعض النظر عن من هو رائد هذا الكشف العلمي المهم ، فقد قادت هذه المعلومة الكثير من المهتمين بحماية النباتات الإقتصادية إلى توضيف مورثات المقاومة في عدد من المحاصيل... لذلك نقول بأننا لو زرنا صنفا مقاوما لمرض معين... في موسم معين.... وحصدنا بذور نباتاته في نهاية الموسم... فهل نتوقع من النباتات الناتجة في الموسم القادم أن تختلف في سلوكها تجاه نفس الممرض... إن أغلب الظن... سيحافظ الصنف على مقاومته للممرض.. والسبب لأن مقاومته صفة متوارثة أبا عن جد كما نقول نحن... . إلا في حالة حدوث تغير في الممرض..تجعله قادرا على إخماد هذا الفعل من خلال تطوير فعالية ممرضة ذات قدرة على التفوق على من يتحكم بالمقاومة...



الباحث السير رولاند هنري بيفين ومربي النبات وليم جيمس فارير

إن المقدمة التي أخترتها لهذه المقالة قد تكون ضرورية لكثير من العاملين بحقل الأمراض النباتية ولبعض المتخصصين اللذين لهم رأي آخر في تعريف المقاومة. تعرف المقاومة على إنها " صفة موروثية في العائل النباتي تمكنه من منع أو تقليل الضرر الحاصل عليه..

إذن هي صفة موروثية في النبات.... وبما إن الصفة الموروثة سواء في النبات أو في الحيوان أو أي كائن حي آخر لابد أن يكون لها مورث (جين) يتحكم بها وإن لهذا المورث موقع على صبغية ذلك الكائن (Chromosome)... فعليه غالباً ما أن يكون هناك موقع محدد مخصص لمورث المقاومة (Resistant Gene).

ويهدف تأكيد حصول إنتخاب تكراري (Recurrent Selections) من قبل الفلاحين والمزارعين، قام فريق علمي في ستينيات القرن الماضي بمحاكاة عملية الإنتخاب على البطاطا حيث أستخدموا أسلوب الإنتخاب الشامل (Mass Selection) على درناتلصنف البري (*Solanum Wild Anadian* (*tuberosum* sp. *andigena*)) بعد أن عرضواالنباتات لوبائية إصطناعية لمرض اللفحة المتأخرة... (*Phytophthora infestans*). أكدت نتائج هذا العمل صحة فرضية الإنتخاب.. لأن النباتات الناتجة من الدرنات المنتخبة كانت أكثر مقاومة للمرض من نباتات الصنف الأصلي....

وهناك إحدى القصص الواقعية عن فلاح من جنوب أستراليا وتحديدًا في منطقة Nelshaby قرب ميناء بيربي أسترالي إسمه جيمس وارد Gemes Ward. قام الفلاح المذكور عام 1882 بزراعة صنف الحنطة De Toit، الذي إستلم بذوره من الدكتور Schomburgh. لاحظ جيمس بأن معظم نباتات هذا الصنف قد غزاها صدأ الساق ما عدى بعض النباتات، وقد ظن البعض بأن هذه الظاهرة هي إنعكاس للتلوث الفيزيائي في بذور الصنف المزروع... ولكن جيمس راقب تلك النباتات وجمع بذورها فقط.. ثم قام بإكثارها لمدة ثلاث سنوات.. حتى أصبحت بعد حين صنفاً جديداً أطلق عليه Wards Prolific لعدم تأثر بذور سنابله بالصدأ، فهو صنف خصب ومثمر. وبسبب مقاومته لصدأ الساق ومواصفاته الزراعية وخاصة نموه الجيد في ظروف الجفاف، فقد أصبح من الأصناف التجارية المشهورة في جنوب أستراليا خلال الستينيات، كماأستخدم الصنف المذكور كثيراً كأحد الأباء في برامج تربية الحنطة. درس الباحث Rees وفريقه العلمي عام 1979 أسباب فقدان المقاومة في الصنف المذكور ووجدوا بأن الصنف الجديد يملك مقاومة خاصة مع قليل من المقاومة العامة... مما يشير إلى إن المزارع جيمس وارد كان متطرفاً جداً في إنتخابه الذي أقصر على النباتات الخالية قدر الإمكان من أي إصابة. إن بقاء

مقاومة الصنف **Wards Prolific** لفترة طويلة يمثل أحد الأدلة التي يدافع بها أنصار المقاومة الخاصة فهي لا يمكن أن تكون قصيرة العمر بشكل الذي يصوره البعض..

لاحظ الفلاح **Daniel Leak** وجود نباتات حنطة خالية من أعراضاً الساق بينما كانت بقية نباتات الصنف المزروع **Tuscany** مصابة بشدة ، مما حداه بجمع بذور تلك النباتات. كثر المزارع المذكور تلك البذور عبر المواسم التالية حتى أصبحت صنفاً تجارياً معتمداً جديداً أطلق عليه **Leaks Rust-Proof**. إن النجاحات التي تحققت بفعل الانتخاب ، شجع كثير من المزارعين على تجريب ذلك وخاصة في صدأ ساق الحنطة . ، أفرزت بعض المحاولات عن تطوير أصناف حنطة مقاومة للصدأ منها **Andersons Rust Proof** و **Kalms Rust Proof** . وبسبب قدم هذه المحاولات ، فقد أعتبر الكثير بأن مربي النبات الأسترالي المعروف **William James Farrer (1845-1906)** هو أول من أوضح و أعلن بأن مقاومة الحنطة لصدأ الساق تورث وقد أستند في ذلك على إستمرار سلامة نباتات المزارع وارد من صدأ الساق عبر المواسم . ومن الجدير بالذكر بأن بيفن في بحثه عام 1905 قد أشار إلى رأي فارير . أشار بيفين (**Biffen**) في بحثه المنشور عام 1905 على سريان قوانين مندل على توريث كثير من صفات النبات ومنها مقاومة مرض الصدأ المخطط في الحنطة ، لذلك فإن إستشهاد بيفين لمقولة وليم جيمس فارير تأكيد على إن الأخير هو أول من أشار إلى توريث مقاومة مرض نباتي....

وحتى تكون الصورة واضحة لمن يقرأ هذه المقالة بأننا لانتحدث عن دفاعات مصطنعة أو دفاعات وقتية أو مستحثة بفعل عامل خارجي والتي يشتهر منها ما عرف بالمقاومة المكتسبة (Acquired Resistance) التي تستحث في النبات من خلال تشجيع الجهاز الدفاعي له لصد الهجوم المتوقع من الممرضات بواسطة مركبات يغلب عليها الطابع الكيميائي تعامل بها النباتات لإكسابها حماية وقتية خلال دورة حياة النبات فقط... أي حماية موسمية.. و بدون الدخول في تفاصيل المركبات أو الأحياء المجهرية التي يمكن أن تستحث المقاومة في النباتات ، فإن افضل مركب أشتهر بإستحثات حماية وقتية أو موسمية هو **Methyl salicylic Acid**... ومن الجدير بالذكر بأن حامض **salicylic acid** عبارة عن مركب عضوي على هيئة حبيبات كرسنال بيضاء اللون يستخدم في إنتاج عقار الأسبيرين ومواد كيميائية

أخرى... لذلك فإن المقالة الحالية تتناول أمرا مختلفا، وهو المقاومة التي تورث من جيل لآخر... والتي لازالت أصناف كثيرة تتصف بها ومنذ سنوات عديدة بغض النظر عن أعداد المورثات التي تتحكم فيها...

إن أي حديث عن مقاومة النبات للممرضات لابد وأن يتضمن إشارة واضحة للدور الكبير الذي لعبه العالم الفذ فان دير بلانك (Van der Plank) الذي وُصف خبرته المكتسبة في دراسة سلوك أصناف البطاطا تجاه الممرض *Phytophthora infestans*، لبورة أفكاره عن مقاومة هذا المرض والتي نشرها في كتابه الأول Plant Diseases المخصص لمناقشة الوبائية والسيطرة عليها (Epidemic & Control) عام 1963 ... ثم كتابه الثاني Disease Resistance in Plants عام 1968. تضمنت كتاباته الفكرة الرائعة بإيجاد البعد الكمي للمرض (Disease Proportion) ورأيه في المقاومة حيث قسم المقاومة شكليين أطلق عليهما المقاومة العمودية (Vertical Resistance) والمقاومة الأفقية أو (Horizontal Resistance) ... وبغض النظر عن المصطلحات المرادفة للشكليين فإن جوهر كل منهما لا زال هو المعمول به.. وهو مقاومة سلالة ممرض أو مقاومة عدة سلالات ممرضة... ولأنه كان من دعاة المقاومة الأفقية (العامة)، فقد حذر مربي النبات من الوقوع في هوس المقاومة العمودية لسهولة إنتخابها وتمييزها لأن ذلك سيقود وبدون شك إلى فقدان كثير من مصادر المقاومة الأفقية..

ومع وضوح الفكرة التي طرحها العالم فان دير بلانك حول المقاومة، يميل بعض المتخصصين النظر للمقاومة من خلال الآليات التي يمكن أن يوظفها العائل في تحجيم أو تثبيط فعل الممرض... وهو غير ما نقصده في هذه المقالة أيضا. لأن الحديث عن الآليات هو عبارة عن توصيف فعل المقاومة ... وليس المقاومة كمبدأ أساسي مع تطلعنا جميعنا أن تكون متوفرة بشكل واسع في العوائل النباتية المكونة لسلة الغذاء على أقل تقدير. إن أشكال المقاومة لا يمكن أن تكون كما يتعامل بها البعض حيث يقسمها إلى مقاومة خاملة (Passive Resistance) ومقاومة فعالة (Active Resistance) أو مستحثة أو مقاومة رد فعل... بل إن مقاومة العوائل النباتية غالبا ما تكون بشكليين اعتمادا على أعداد أزواج المورثات التي تتحكم في إدارتها. (Corresponding Gene Pairs)... وعندما تسمى المقاومة العمودية مقاومة خاصة، فإنها الترجمة الحرفية لفعل تلك المقاومة..... لأنها موجهة فقط إلى مورث خاص يتحكم

بالفعالية الممرضة للمرض... وغالبا ما تكون غير فعالة ضد مورث فعالية ممرضة آخر في نفس المرض، لذلك يفضل البعض تسميتها **بمقاومة السلالة الخاصة (Race-specific resistance)** لتفرقتها عن النوع الآخر من المقاومة الغير متخصصة ضد سلالة معينة (Race-nonspecific Resistance)....**ويُسبب تحكم مورث رئيسي بهذا النوع من المقاومة فقد أطلق عليها البعض مقاومة المورث الرئيسي (Major Gene Resistance)...** لتفريقها عن المقاومة التي يتحكم بها مورثات ثانوية (Minor Genes Resistance) .

أما النوع الآخر من المقاومة فهي المقاومة الأفقية ، وهي مقاومة عامة لأنها موجهة لعموم مورثات الفعالية الإراضية في المرض أو عدد منها . وبسبب وجود مستويات من الإصابة في أغلب العوائل النباتية التي تتصف بالمقاومة العامة ، فقد أستخدم فعلها لتقسيمها إلى أنواع وأشكال مختلفة في التوصيف لكن جوهرها واحد... فهناك **المقاومة الحقلية (Field Resistance)** ، لأنها تتكشف فقط في الظروف الحقلية وهو قريب جدا أو يكاد أن يكون نفسه من مصطلح **مقاومة الطور الناضج (Adult Plant Resistance)** لأنها تتكشف خلال أطوار نضج النبات فقط وليس خلال طور البادرة... . وبسبب طبيعة توريث المقاومة العامة وديمومتها بشكل فعال لسنوات عديدة ، فقد شاع مصطلح **المقاومة الدائمة (Durable Resistance)** على المقاومة العامة بينما إبتكر آخرون مصطلح **مقاومة التطور البطيء (Slow Developing Resistance)** ، ليعكس تباطؤ وتيرة تطور الإصابة (Rate of Infection) المعروف إختصارا بـ r في النباتات التي تمتلك مقاومة عامة . ومن المصطلحات الأخرى التي تستخدم في التعبير عن المقاومة العامة هي: **مقاومة المورثات الثانوية (Minor genes Resistance) والمقاومة الغير فاصلة (Non-discriminatory Resistance)** وهي على النقيض من المقاومة الخاصة التي يطلق عليها بـ **Discriminatory Resistance** . واخيرا ولأن المقاومة العامة غير موجهة لمقاومة سلالة ممرضة محددة كما ذكرنا ، يفضل البعض أن يطلق عليها **مقاومة غير السلالة (Race-nonspecific Resistance)** .

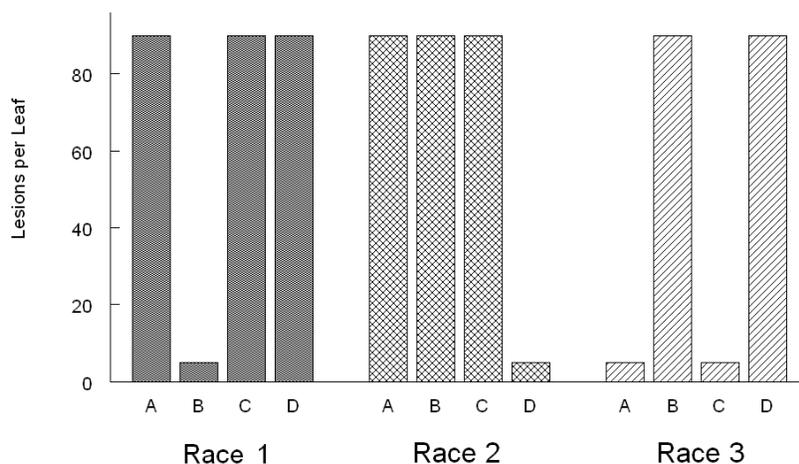
وعلى الرغم من سهولة البحث عن **المقاومة الخاصة** أو التعامل معها لوضوح الفارق الكبير بين وجودها وعدم وجودها على العائل النباتي ، حيث يطلق عليها **بالمقاومة التفرقية (Differential**

Resistance أو **المقاومة التمييزية (Discriminatory Resistance)** ، فإن أغلب المعنيين ببرامج التربية لمقاومة الأمراض النباتية غالبا ما يحدون عنها بسبب قناعات كثيرة أثبتتها الأحداث التي انعكست في بعض الأحيان بشكل كوارث إقتصادية على محاصيل مهمة تفوقت على مقاومتها الخاصة فعاليات مرضية لمرضات مهمة... لذلك يتهمها البعض بأنها ذات أعمار قصيرة قد لا تتجاوز عدة سنوات ... فهي غالبا ما تكون أداة تواصل وديمومة فرضية أو نظرية الإزدهار والإنفجار (**Boom&BustPhenomenon**) ، كما حدث في مورث المقاومة Yr9 في أصناف الحنطة الذي تفوق عليه الفطر المسبب لمرض الصدا الأصفر في تسعينيات القرن الماضي... والمورث Sr31 الذي حمى أصناف الحنطة من الفطر المسبب لمرض صدا الساق... إلى أن تمكن الفطر المسبب من تطوير فعالية ممرضة في السلالة Ug99 تفوقت عليه.....

ومرة أخرى... نقول وعلى الرغم من عدم وثوق البعض **بالمقاومة الخاصة**... إلا إنها قد تحمل في ثناياها قابلية على الديمومة لفترة طويلة تعتمد على مورث المقاومة الذي يتحكم بها. يستشهد العاملون على تطوير أصناف زراعية ذات **مقاومة خاصة** بالإنتاج الكندي الذي أسفر عن **تطوير صنف حنطة مقاوم لصدا الساق ظل مقاوما لمدة أكثر من 40 سنة** بحيث لم يحدث خلال هذه السنوات أن تمكن الفطر المسبب من التشتية في كندا!!!!!! لأن وصول الوحدات اللقاحية إلكندا عبر الولايات الأمريكية إنطلاقا من المكسيك وفقا لفرضية طريق البكسينيا (**Puccinia Path**) عادة ما يكون في موعد متأخر (النضج الفسلجي أو على وشك الحصاد)... وهناك مثال آخر في أوروبا حيث تعاني البطاطا هناك من مرض التثأل (**Potato Wart Disease**) المتسبب عن الفطر *Synchytriumendobioticum* ولأجل الحد من خطورته، فقد **أجتمعت المقاومة الخاصة** مع الإجراءات التشريعية الصارمة... التي تنص على مادة إحترازية مهمة جدا وهي منع إستخدام أي حقل ظهرت به أية درنة مصابة بالتثأل في الموسم التالي.... **يرافقها إلزام المزارعين بزراعة الصنف المقاوم (مقاومة خاصة)** ... لذلك فقد إنعدم أي تأثير أو ضغط على الصنف المقاوم من قبل الممرض لأنه لايتواجد حيث يتواجد الصنف... **وأخر الأمثلة عن فعل المقاومة الخاصة** ... أصناف الطماطة في ولاية كاليفورنيا الأمريكية التي كانت تملك مقاومة خاصة ضد الفطر المسبب لمرض الذبول ولفترة طويلة. وأخيرا فقد أكتشف مصدر المقاومة H-421 في الشعير ضد

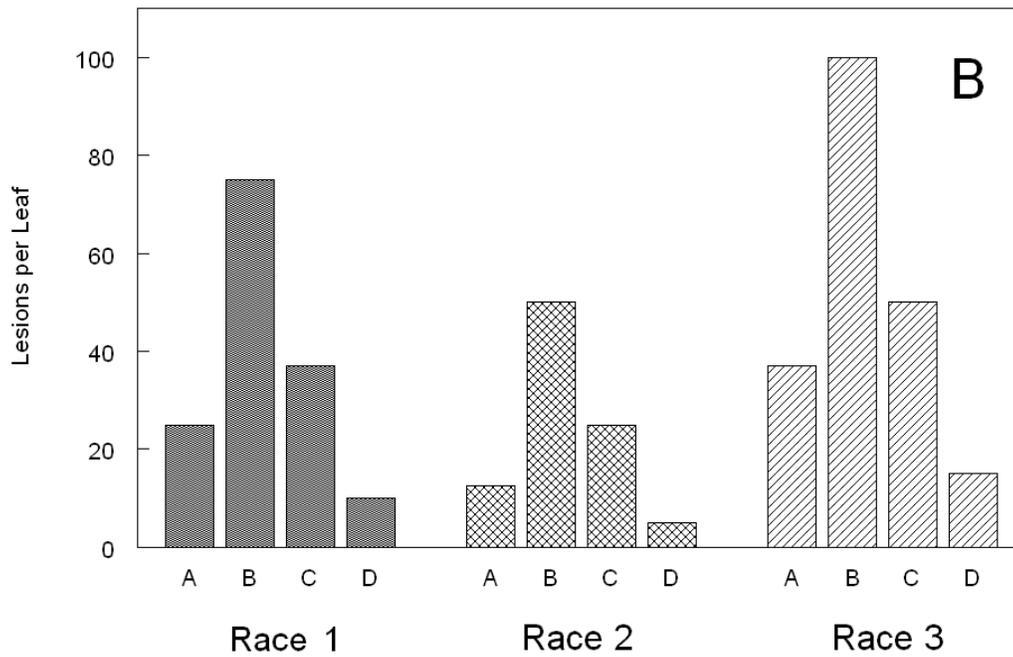
مرض البياض الدقيقي في نهاية ثمانينات القرن الماضي ، وكان هناك زوج واحد من المورثات المتحكمة بالمقاومة (MI13) ... أستمرت مقاومة المصدر والصنفين المقاومين فرات 9 ورافدين 1 المطورين من برامج تربية مع المصدر المذكور منذ ثمانينات وتسعينات القرن الماضي ولحد الآن... ومن الجدير بالذكر بأن بذور المصدر المذكور كانت قد زرعت في محطة تجارب (Riso National Laboratory/Riskilde/Denmark) أن تظهر على أوراق نباتاته أي أثر للإصابة عام 1989 ، كما ولم تلاحظ على أوراقه أي أثر للإصابة في محطة تجارب المركز الدولي للزراعة في المناطق الجافة (ICARDA) في مدينة حلب السورية عام 1999.

بغض النظر عن أفضلية المقاومة الخاصة أو النوع الآخر فهناك أسماء مرادفة قد يستعملها البعض في التعبير عن المقاومة الخاصة... ومنها مصطلح المقاومة العمودية الذي طرحه العالم فان دير بلانك .. حيث يبدو بأن هذه التسمية قد تولدت من الشكل الذي يحصل عليه كل من أراد أن يحلل نتائج مستويات أو شدة الإصابة أو النسب المئوية للإصابة بين أصناف مختلفة (A,B,C,D) تجاه السلالات الثلاثة 1,2 و3 لمرض معين (شكل 1). يملك الصنف A على سبيل المثال مقاومة خاصة عندما تلوث نباتاته بالوحدات اللقاحية للسلالة 3 فقط ، بينما يملك الصنف D مقاومة خاصة ضد السلالة 2 والصنف B مع السلالة 1 من نفس المرض، لذلك نلاحظ حصول فوارق كبيرة في شدة الإصابة بين الأصناف الأربعة والسلالات الثلاثة .



شكل 1. المقاومة الخاصة في العوائل النباتية تجاه سلالات محددة

أما ما يحصل عند وجود المقاومة العامة ، فإن وجودها غالبا ما ينعكس في مستويات من الإصابة كما هو حاصل في الصنفين A و D مع السلالات الثلاثة (شكل 2).



شكل 2 . المقاومة العامة في العوائل النباتية تجاه سلالات ممرض معين

إن الحديث عن خيار التعامل مع أحد النوعين المذكورين عادة ما يرتبط بالإمكانيات العلمية والفنية المتوفرة... فكل منهما له إيجابيات وسلبيات يمكن إيجازها بالنقاط التالية:

1. **تتصف المقاومة الخاصة** بسهولة التعامل معها وسهولة تشخيصها وسهولة تطویرها وتداولها من قبل المربين المتمرسين، بينما تتطلب مستلزمات كثيرة عند غيرهم...

2. **تعمل المقاومة الخاصة على منع الممرض من إنشاء مواقع أولية للإصابة** ..بينما تتعامل المقاومة العامة مع الممرض بتكتيك مختلف **ينعكسي** السماح له بإنشاء مواقع إصابة قد لا تختلف في البداية عن تلك المواقع التي أنشأها في الأصناف الحساسة لكن تطور الإصابة عادة ما يسير **بوتيرة تختلف** عن ما هو في العوامل الحساسة. تحدث في مفردات العلاقة بين العائل والممرض عند وجود **المقاومة العامة**، تغييرات مرئية يمكن قياسها وحسابها ، حيث يحصل **تباطؤ في معدل تطور الإصابة (Infection Rates)** أو **اختزال أحجام مواقع الإصابة (Infection Sites)** (بعض النظر عن مسمياتها وأنواعها... أو **زيادة في الفترة اللازمة لتكشف الإصابة** بعد التلويث أو ما يسمى بفترة الحضانة (Incubation Period) **أياطالة فترة الإصابة الكامنة (Latent Period)** وهي الفترة الواقعة بين التلويث وتكشف مواقع الإصابة... وأخيرا وليس آخرا... **اختزال في كمية الوحدات اللقاحية** التي تتكون في موقع الإصابة من خلال **تقصير فترة إنتاج الوحدات اللقاحية (Infectious Period)**

أما سلبيات أو بالأحرى المآخذ التي تؤخذ على المقاومة الخاصة هي:

1. قد تكون متخصصة جدا في إظهار فعاليتها (أي موجهة لسلسلة أو طرز مرضي محدد)...
1. التخوف من سهولة التفوق عليها من قبل الفطر الممرض نتيجة للضغط الحاصل على الممرض

يتحدث البعض عن المقاومة من خلال إستقرارية فعلها فقد شبه أنصار هذه الفكرة إستقرار فعل المقاومة بموضوع فعالية مضاد حيوي لوقف حالة مرضية لفترة طويلة ومضاد آخر قد يستمر في فعاليته لفترة قصيرة بسبب تطور طرز أو سلالة مقاومة لفعل ذلك المضاد.. فيطلق على **الأولمضاد ذو فعالية مستقرة** بينما يكون الثاني **مضاد ذو فعالية غير مستقرة**.... أستشهد أصحاب هذا التقسيم بحالات وقعت في القرن الماضي وأهمها:

1. **المبيد الحشري دي دي تي (DDT)** الذي أكتشف في بداية الحرب العالمية الثانية (بداية أربعينيات القرن الماضي) وقد وجدت القوات العسكرية بأن كفاءته العالية في مكافحة الحشرات الناقلة لأمراض التيفويد والمالريا قد يخدم الجهد العسكري ، لذلك إستخدم بإفراط في معاملة

الجنود والثكنات العسكرية وقد حقق المبيد نجاحات كبيرة مَنَعَ من خلال فعله تطور أي وبائية بمرضي الملاريا والتيفويد في القطاعات العسكرية... **ولكن** ... بعد فترة لاتزيد عن عدة اشهر.. بدأت أعداد كبيرة من الذباب المنزلي تنتشر في المناطق المعاملة بالمبيد المذكور... نتيجة لتطور المقاومة فيها.. بفعل الضغط الانتخابي ... وبذلك **أعتبر المبيد المذكور بأنه آلية غير مستقرة للحماية....**

2. وعلى العكس من الذي دي تي.. فقد أستخدم اليوغسلاف قديما أزهار Pyrethrins في مخادعهم للسيطرة على الحشرات وبق الفراش ... وبسبب إستمرار فعل تلك الأزهار لسنوات طويلة فقد عرف **فعل تلك الأزهار أو المادة الموجودة فيها بالفعل المستقر...** لأن الحشرات المستهدفة فشلت في تطوير مقاومة ضدها...

3. إن أفضل الأمثال المعروفة عن **الفعل المبيدي المستقر في المبيدات الفطرية** هو خليط بورديس (Bordex Mixture) المكتشف عام 1882 في فرنسا .. حيث تم توظيفه للسيطرة على ممرض البياض الزغبي (*Plasmopara viticola*) في العنب. ومن الجدير بالذكر ، إن المبيد المذكور قد وفر حماية جيدة للبطاطا ضد ممرض اللفحة المتأخرة في البطاطة *Phytophthora* (infestans) لفترة طويلة ولكن الممرض المذكور طور سلالة مقاومة لفعله.. فأصبح **مبيد ذو فعالية غير مستقرة....**

لقد سحب أصحاب هذا الفكرة هذا التقسيم إلى تعريف آخر **للمقاومة الخاصة** .. وقالوا بأن **المقاومة الخاصة هي المقاومة التي يتم كسرها من قبل الآفات المستهدفة من خلال تطوير سلالات جديدة...** لذلك فأصحاب هذا الرأي **يتهمون المقاومة الخاصة بأنها تشجع الممرضات أو الآفات على تكوين طرز أو سلالات جديدة... لأن فعلها غير مستقر.....**

4.ويبدو للمتبعين بأن الضغط الانتخابي على الممرض للتفوق على مقاومة العائل هي عملية متواصلة تنشط كثيرا عندما يسود مورث مقاومة في منطقة جغرافية معينة... ولذلك وطبقا لهذه العلاقة التنافسية بين الممرض والعائل ، **فقد وصفها البعض بسباق لوي الذراع** ... يبدأ مباشرة من نشر مورث مقاومة في منطقة معينة... ولن يهدأ هذا الصراع حتى يتمكن الممرض من التفوق على ذلك المورث . من جانب آخر، وبسبب خضوع **المقاومة الخاصة** بشكل واضح لنظرية

المورث للمورث (Gene-for Gene Theory) ، فقد شبه الباحث Robinson ذلك بالقفل والمفتاح... فالقفل هو المورث المسؤول عن المقاومة الخاصة في العائل النباتي... والمفتاح هو إمرضية الممرض... فإن كان المفتاح مناسباً لفتح القفل... فقد دخل الممرض العائل واستقر فيه..

5. قد يكون استخدام **المقاومة العامة** أفضل وسيلة لدرء خسارة كاملة للمحصول أولاً وتقليل كلف حماية المحصول ثانياً، كما حصل في صنف البطاطا الهولندي ألفا المزروع في المكسيك **والذي يملك مقاومة خاصة** ضد الممرض المسبب لمرض اللفحة المتأخرة *Phytophthora infestans* ، وبسبب تفوق أحد الطرز الممرضة علي مورث المقاومة ، فقد صار لزاماً على المزارعين معاملة النباتات بأكثر من 20 مرة بالمبيد المناسب لحماية نباتاته من الممرض في المواسم المناسبة لتطور المرض ، بينما يتطلب معاملة نباتات أصناف ذات **مقاومة عامة** مثل **Tollocan و Rosita** مرة أو مرتين خلال الموسم...

ويمكن توضيح الفروقات بين المقاومة الخاصة والمقاومة العامة حسب الفقرات التالية:

1. يسيطر على **المقاومة الخاصة مورثات مفردة** (زوج أو زوجين) لذلك فهي صفة نوعية في فعلها وتوريثها من جيل لآخر...وبمعنى أبسط فإن وجودها يوفر حماية كاملة ... وإن نتائج وجودها وعدم وجودها ينعكس في حماية كاملة أو عدم وجود حماية... أي لاوجود لحماية جزئية... (إصابة أو عدم وجود إصابة).... فهي أما أن تتواجد لتوفر الحماية أو تغيب بشكل كامل ليصاب العائل...

2. توصف **المقاومة الخاصة بأنها مقاومة نوعية** (Qualitative Resistance) لأنها الفاصل بين وجود إصابة وعدم وجود إصابة .. ولذلك يفضل البعض إطلاق تعبير **المقاومة التفريقية** لأن وجودها يفرق ما بين النبات المريض والنبات السليم....

3. ومن جانب آخر... يطلق على **المقاومة العامة بالمقاومة الكمية** (Quantitative Resistance) لأنها تعكس تغاير في كمية المرض أو شدة الإصابة والذي عادة ما تكون أقل من المستويات التي تظهر على العوائل الحساسة... إن الحديث عن **إيجابيات المقاومة العامة** لا غبار عليه من حيث إمكانية السيطرة على مجموعة من السلالات أو الطرز الممرضة لممرض معين .. فقد أصبح شأننا من أن غياب أي حماية للمحصول بواسطة المبيدات الكيميائية مع عدم وجود أقل مستوى من المقاومة العامة ، سوف يقود

- إلى خسارة كلية متوقعة في حالة الوبائية العالية لمرض معين ، بينما قد تختزل الأضرار لمستويات مقبولة عند توفر المقاومة العامة .
4. **توصف المقاومة الخاصة** بأنها ذات فضاء واسع لعدم تأثر تكشفها بالظروف المناخية ، ولذلك فإن فعاليتها تغطي مناطق بيئية واسعة .. إن أفضل الأمثلة على ذلك أحد أصناف الحنطة في الثورة الخضراء الذي كانت مقاومته الخاصة فعالة ضمن رقعة جغرافية واسعة تمتد من المغرب حتى الصين ... وحسب النظرية التي يشيع لها البعض .. فإن سلالة واحدة من الممرض كافية أن تتفوق بسرعة على مورث المقاومة ليتحول الرخاء إلى جحيم وبسرعة جدا... ولحسن الحظ لم يحدث ذلك بالسرعة التي كان البعض يتوقعها...
5. **يقال عن المقاومة العامة بأن فضاءها صغير...** لأنها تتأثر كثيرا بالبيئة الجغرافية الزراعية والعوامل المناخية (Agroecosystem) ... لذلك فكثيرا ما تتكشف المقاومة في بيئة وتختفي آثارها في بيئة أخرى..
6. **تتصف كلف المقاومة الخاصة بأنها عالية** فالعمل لتطويرها واكتشافها يتطلب فرق بحثية متدربة وتحتاج إلى غرف نمو وبيت زجاجي ومستلزمات مختبرية وخير دليل على كلفتها ما يخصص سنويا لمركز تحسين الحنطة والذرة الصفراء في المكسيك (CIMMYT) ، حيث تبلغ التخصيصات السنوية لمختبرات المركز ما يعادل 35 مليون دولار..... وإن معظم هذه الميزانية تذهب لأدامة البحوث المتعلقة بإستنباط الأصناف الجديدة التي تمتلك مقاومة خاصة لغرض إستبدال تلك الأصناف التي تمكنت الممرضات من التفوق على مورثات المقاومة في كل منها، لذلك غالبا ماتوصف الأعمال الخاصة بالبحث عن **المقاومة الخاصة** بأنها عملية تقنية...بينما تكون كلفة **المقاومة العامة** واطنة...
- 7.
8. **إن وصف المقاومة الخاصة بعدم الإستقرار**، وإن تواجدها ضد ممرض معين يشجع الممرض على تطوير طرز جديدة هو من أكثر الإتهامات التي تواجه هذا النوع من المقاومة.. يرتكز أصحاب هذا الرأي إلى ما جرى في كينيا، حيث وجدت الفرق البحثية عام 1966 بأن معظم أصناف الحنطة المطورة في الستينيات قد فقدت قدرتها على

مقاومة ممرض صدأ الساق بعد 4.5 سنة... وإن تطوير أصناف جديدة بديلة قد إستغرق ثمانية سنوات.....

9. بالعكس من ذلك، فإن إستقرارية المقاومة العامة لا غبار عليها... وهي مسألة مهمة للغاية للمربين والمحصول والإقتصاد الوطني لأي بلد بسبب إنتفاء الحاجة للتسابق مع الزمن لإستبدال تلك الأصناف لأن ما تجمع من مورثات ثانوية عبر الإنتخاب التكراري قد رسخ المقاومة العامة فيها ومنحها الإستقرارية ، فقد فعلها أول مرة بإختزال 50% وتنتهي بإختزال 80-90% من شدة الإصابة....

10. عند العمل بإتجاه **المقاومة الخاصة**، لابد أن تتسيد عمليات الإنتخاب القرارات التعسفية المتطرفة أي القسوة في الإنتخاب.. **والقسوة في الإنتخاب هي من الصفات النادرة لدى كثير من العاملين بحقل التربية والتحسين..** لأن القرارات تكون صعبة جدا.. لأن القسوة في الإنتخاب عادة ما تتطلب إغفال العديد من نتاجات برنامج التربية الذي تعمل تحت مظلته... إن القسوة في الإنتخاب جعلت من المركز الدولي لتحسين الحنطة والذرة الصفراء قادرا على أن تكون أكثر من 80% من الأصناف المزروعة من الحنطة في البلدان النامية ذات أصول أو مباشرة من المعهد المذكور..

11. ولغرض جعل المربي وعملية الإنتخاب أكثر ديمقراطية... فقد يشرك المربي المزارع في الإنتخاب لأن الخبرة الطويلة المتراكمة عند بعض المزارعين قد تجعل منه خبيرا فنيا لأنه ينتخب وعينه على امفردات الطاقة الإنتاجية كصحة النباتات وأطوال السنابل واحجام البذور وإمتلاء الحبوب وإمتلاء السيقان وشموخ النباتات وعدم إضطجاعها بسبب الرياح وهي صفات إقتصادية مهمة له وللمربي. حقق مربي الشعير الباحث جيكييريلي (Ceccarelli) في المركز الدولي للزراعة في المناطق الجافة المعروف بإيكاردا (ICARDA) قفزة نوعية في برامج التربية والتحسين في الشعير عندما أشرك المزارعين ببرامج الإنتخاب.. فقد وجد بأن هناك نقاط ضوئية مهمة في المحصول قد تمكن بعض المزارعين من إنتخابها

12. يشبه معارضي العمل بإتجاه **المقاومة الخاصة** بمخاطر تماثل مفاتيح مساكن مدينة كاملة بحيث إن أي مفتاح لأي واحد من الساكنين يستطيع أن يفتح أبواب كل المساكن... وهنا يبدو التخوف.. فإن مفتاحا واحدا قادر على فتح كل الأبواب..... وهذا ما يحدث مثلا عندما يكون موقعا جغرافيا أو بلد معين يزرع صنفا واحدا أو عدة اصناف تحمل مورث مقاومة واحد.... فإن الممرض إن طور سلالة جديدة قادرة على التفوق على مورث المقاومة...

13. ومن التهم التي تلتصق بمن يخصص جل وقته في البحث **عن المقاومة الخاصة**. بأنه سوف يخسر أو يفقد المقاومة العامة في مواده الوراثية التي يخضعها لبرامج الغريلة والانتخاب كما حذر منها العالم فان دير بلانك..

14. من الأمور التي تصعب العمل بإتجاه **المقاومة العامة أو بالأحرى سلبياتها** هي:
 أ. صعوبة العمل بإتجاهها في المحاصيل التي لاتتكاثر بالبذور
 ب. صعوبة نقلها من مصادرها إلى الأصناف التجارية
 ج. عدم إمكانية تشخيص المورث أو المورثات المسؤولة بشكل أساسي عنها
 د. صعوبة توظيف المقاومة **العامة** في السيطرة على الأمراض التي تقيم وحداتها اللقاحية في التربة (Soil Borne Pathogens) ... وخاصة في الأشجار المعمرة...
 هـ. يحتاج المربي لكثير منالمادة الوراثية لنتاجات برنامج تربية لكي يبدأ البرنامج الانتخابي لصفة المقاومة العامة، قد تصلفي محاصيل الحبوب والبقول 10000بذرة وقد يصل العدد إلى ربع مليون ...