

الوضع العالمي لانتشار Ug99 والجهود المبذولة لتخفيف التهديد

آر بي سينغ 1 ، دي بي هودسون1، جي هويرتا - اسبينو2 ، واي جين3، بي نجاو4، آر وانبير، ايس اي هيرورا-فوسيلي، غيس بوانيل، دي سينغ5، بي كي سينغ.

1 CIMMYT 1، Apdo، بريد 6-641، 06600، مكسيكو، المكسيك؛ 2 INIFAP - CEVAMEX، Apdo، بريد 10، 56230، ساينغو، المكسيك؛ 3 ARS-USDA، مختبر أمراض الحبوب، سانت بول، مينيسوتا، الولايات المتحدة الأمريكية؛ 4 Kenya، معهد البحوث الزراعية - مركز نجورو لبحوث تربية النباتات (KARI-NPBR)، مكتب البريد نجورو، كينيا؛ 5 CIMMYT، نيروبي، كينيا.

الموجز

جنس Ug99، أو TTKSK لفطر *Puccinia graminis tritici aestivum* وقد تم الاعتراف بأنه يشكل تهديدا رئيسيا لمحصول القمح. تم العثور عليه لأول مرة في أوغندا في عام 1998 وانتشر الآن في جميع أنحاء شرق أفريقيا واليمن والسودان وإيران كذلك يتوقع انتشاره نحو شمال أفريقيا والشرق الأوسط وآسيا وما وراءها الذي قد أثار قلقا شديدا من هذه الأوبئة الرئيسية التي يمكن أن تدمر محصول القمح في مختلف المناطق. الكشف عن نوعين جديدين من Ug99، و هما TTKST و TTSSK، اللذان تم اكتشافهما في كينيا في عامي 2006 و 2007 مع خبث لجينات Sr24 و Sr36 بالتدرج، يبين أن Ug99 لا يزال يتطور. وقد سبب نوع من TTKST أوبئة خطيرة في عام 2007 في بعض مناطق كينيا وأثر نحو نصف من المواد ذات المقاومة لـ Ug99 المعروف عالميا سابقا في القمح. وهذا زاد قابلية التعرض ضعف على المستوى العالمي. والفحص الدقيق منذ عام 2005 في كينيا وإثيوبيا من القمح الموصول من 22 بلدا والمراكز الدولية حقق التردد المنخفض لمواد المقاومة التي يمكن أن تحل محل المستنبتة ذات قابلية التعرض. وتواجد الآن مصادر متنوعة للمقاومة الكافية، كل من نوع الجنس والنباتات الكبيرة، في خلفيات القمح عالية الغلة ويتم استخدامها في الانتاج. ويمكن تخفيض التهديد من Ug99 في معظم البلدان، إلى مستويات منخفضة عن طريق تحديد البذور الجديدة ذات الانتاجية العالية والاصناف المقاومة وإصدارها وتوفيرها عاجلا.

المقدمة

مرض صدأ الساق أو الصدأ الأسود في القمح تسببه فطريات *Puccinia graminis* (ف. س. أريكس و إي هين)، وهو المعروف تاريخيا كمسبب دمار شديد دوريا وكان أكثر الأمراض تخويفا في مختلف البلدان في جميع القارات حيث يزرع القمح. ووفقا لساري وبريسكوت (1985) كان الصدأ تاريخيا يمثل مشكلة رئيسية في كل من أفريقيا والشرق الأوسط وكل من آسيا باستثناء آسيا الوسطى وأستراليا ونيوزيلندا وأوروبا والأمريكتين (الشمالية والجنوبية على حد سواء). ورغم أنه وقع انتشار وباء هذا الصدأ في الماضي في إثيوبيا خلال عامي 1993 و 1994 عندما أصيب نوع شهير للقمح اينكواي "Enkoy" بخسائر فادحة ولكن بقية العالم قد ظلت عمليا دون ان يصاب باذى الصدأ لمدة أكثر من ثلاثة عقود.

هذا الصدأ يبدو ممدودا بين نقطة مثل بثور أو يورادينيا، في معظم الأحيان على الصفحة العليا لورقة نبات القمح، ولكن من الصحيح وهو أيضا يظهر على الأنسجة الرئيسية والأوراق والكوالح وحكات السنبل. وبثرات الصدأ هذا تتطور على العموم في الجانب الأدنى ولكن يمكن أن تخترق وتنتج التبوغ المحدود على الجانب الأعلى. وتمزق البثرات البشرة الموجودة على غلاف الأوراق والكوالح وتمنحها مظهر الرث. و كتلات urediniospores المنتج على البثرات تكون في اللون البني الأحمر، ويمكن التخلص منها من النبات بسهولة. بما أن النباتات المصابة تنمو و تتحول uredinia إلى telia وتغير لونها من الاحمر الى البني الغامق فبذلك يسمى المرض الصدأ الأسود. ويكون مرتبطة بالشدة بأنسجة النبات. و بالتالي تنشر Urediniospores الأنسجة الظاهرة حديثا من نفس النبات أو النباتات المجاورة مسببة الإصابات الجديدة أو قد يتم نقلها إلى مسافات طويلة عن طريق الرياح.

التوزيع الحالي لجنس Ug99

Ug99 كان أول من الأجناس الأولى التي تم العثور عليها في أوغندا عام 1998 (بريتوريوس وآخرون، 2000)، على الرغم من وجود بعض الدلائل التي تشير إلى أن الجنس قد يكون موجودا في كينيا منذ عام 1993، وانتشر في أكثر المناطق تحت زراعة القمح في كينيا وإثيوبيا بحلول عام 2003. وفي عام 2005، أكد التقارير الاثيوبية وجودها على الأقل في ستة مواقع متفرقة. مرتفعات شرق أفريقيا هي معروفة بكونها "موقعاساخنا" لتنمية وبقاء الأجناس الجديدة من الصدأ. وتعمل الظروف البيئية المواتية و وجود النباتات المضيفة على مدار السنة لصالح بقاء وبناء سكان الممرض. و تشير الأدلة المتوفرة إلى أن Ug99 قدعرض توسيع النطاق التدريجي متبعا تدفق الهواء الشديد.

والمجموعة المؤكدة من Ug99 تستمر في توسيعها، مع المواقع الجديدة التي يتم تسجيلها بالإضافة إلى ثلاثة بلدان شرق أفريقيا، أوغندا وكينيا واثيوبيا. في أوائل عام 2006 (فبراير/مارس)، جاءت التقارير حول وجود صدأ الساق من موقع بالقرب من حلقة الجديدة في شرق السودان. في وقت لاحق من العام نفسه (أكتوبر/نوفمبر)، وصلت التقارير من مواقعين على الأقل في غرب اليمن. و بالتالي أكد تحليل عينات مأخوذة من هذه المواقع أكدت وجود Ug99 في هذه البلدان. كما تم أخذ عينات الصدأ في اثنين من المواقع الميدانية في ايران خلال عام 2007 و أكد السيد كي نازاري على وجود جنس Ug99 (الأمراض النباتية، قيد الطباعة). و الانتشار الملحوظ لجنس Ug99 في مناطق جديدة هو يوافق التوقعات السابقة على الحركة المحتملة لـ Ug99 (هودسون والأخرون 2005 ، سينغ والأخرون 2006) ويناسب نموذج التشتت في الخطوات متبعا للرياح السائدة. إن الجفاف الشديد في ايران في عام 2008 أسفرت عن خسائر فادحة في المحصولات كما نتج الظروف المناخية غير المواتية لتنمية الصدأ. وهذا الوضع ربما لا يعني أن Ug99 لا يمكن العثور عليه في ايران في موسم البرزرع المقبل في وجود متواتية الاحوال الجوية.

جينات فيرولينس/ أفيرولينس في Ug99

جنس Ug99 هو الجنس الوحيد المعروف من *P. graminis tritici* الذي يملك الفوعة لجين *Sr31* المعروف أن يقع في انتقال BL.1RS1 من *rye (Secale cereale)*. وتمت التسمية كـ TTKS على يد وانبيرا والأخريين (2006) مستخدمة نظام التسمية الأمريكي الشمالي (رويلف ومارتينز ، 1988)، و تمت تسميتها أخيرا كـ TTKSK بعد أن أضيفت إليه المجموعة الخامسة من الفروق لمزيد من توسع الوصف (جين والأخرون، 2008). ولعل أبرز ميزة لجنس Ug99 هي أنه لا يحمل فقط خبث جين *Sr31* و لكن هذا الخبث الفريد أيضا هو موجود مع خبث أكثر من جينات أصل القمح، وخبث جين *Sr38* المدخل في القمح من *ventricosum Triticum* الذي هو موجود في عدة مستنبتات أوروبية وأسترالية و جزء صغير من بلازما CIMMYT الجرثومية الجديدة (الجدول 1 ، جين والأخرون، 2007). وجمع خبث هذا قد يكون مسؤولا لحساسية جين Ug99 الشاملة الانتشار في أنواع القمح في جميع أنحاء العالم. و تم اكتشاف بديل Ug99 مع خبث جين *Sr24* الإضافي في عام 2006 في كينيا. ومن المحتمل أن التحول نحو الخبث أكثر تعقيدا أن يحدث بزيادة حجم سكان الفطريات يتم الضغط على السكان من جانب الأصناف المقاومة.

تنبأ الهجرة Ug99 إلى مناطق القمح الأخرى

قد يتم إجراء تحليل مفصل لمكانيات الحركات المحتملة إلى الأعلى للجراثيم من موقع باستخدام نموذج HYSPLIT للمسار المحمول جو الذي استحدثه نوا NOAA (دراكسلر ورولف، 2003). هذه الدراسات تدعم الفرضية السابقة بأن اليمن هي نقطة انطلاق للحركة إلى الأعلى في الشرق الأوسط وآسيا. و الشكل 1 يوضح المسار المحمول جو ذات 72 ساعة في موسم محاصيل 2006-2007 باستخدام موقع Ug99 المتؤكد بالكند في اليمن كمصادر *urediniospores*. و المسارات المعروضة هنا تشير إلى الفترات الأسبوعية أثناء موسم الحصاد لفترة قديكون صدأ القمح موجودا في اليمن كما يكون زرع القمح الأخضر متواجدا مناطق أخرى. وخلال هذه الفترة كان هناك اتجاه واضح للمسارات المحملة جو، هي نشأت في الكند و تابعت مسار الشمال الشرقي منتجة نحو المناطق المنتجة للقمح في المملكة العربية السعودية والعراق وايران. و المسارات مماثلة الموصولة من مواقع Ug99 في ايران تشير إلى أن ايران يمكن أن يكون بوابة لنزوح Ug99 إلى أفغانستان وباكستان وبلدان آسيا الوسطى والقوقاز روسيا و البلدان الأخرى. و الحركات العمودية العاجلة من مناطق شرق السودان يمكن أن تكون أقل إثارة للمشاكل كما تشير نماذج تدفق الهواء إلى أن التحركات في الاتجاه الشمالي تجاه المناطق الهامة للقمح في وادي النيل يكوي غير مرجح. ولكن نظرا لتعقيد عملية تدفقات الهواء و عدم التأكد عليها في هذه المنطقة لا يمكن إستبعاد إمكانية وصول الجراثيم إلى هذه المناطق تماما. وبالإضافة إلى ذلك، يوجد هناك خطر حقيقي جدا أن الجراثيم يمكن أن تتحرك شمالا حتى شبه الجزيرة العربية من اليمن، و تدخل دلتا النيل ويعود بعد ذلك تسافر إلى جنوب وادي النيل. و لم يصل جنس فيروس الصدأ ذات الشريط يسمى بـ Yr9 إلى مصر فور اكتشافه في اليمن. و نجالسودان من الصدأ لأن القمح يزرع في المناخ الدافئ نسبيا الذي لايلئم لبقاء الصدأ ذات الشريط.

وفي الوقت الحالي ، لم يتم تسجيل التحرك (مساعد أو طبيعي) من نوع المسافة البعيدة "قفزة عشوائية" ذات الحدث الواحد في Ug99. ولكن مع توسيع النطاق المعروف لمسببات المرض وزيادة تنقل الناس إقليميا ودوليا نشأت حاجة واضحة للرصد والمراقبة المستمرة في مناطق القمح خارج منطقة القمح قابل التعرض الفوري للخطر. و لم يتجاوز كينيا فيروس *Sr24* بديل Ug99 الحالي في كينيا منذ عام 2006 و لو أنه كان منتشرًا واسع النطاق في شكل وباء في المرتفعات الكينية خلال عام 2007 على النوع الحامل *Sr24* المعروف بـ "موامبا كينيا".

مقاومة / قابلية تعرض القمح الحالي للبلازما الجرثومية

تم إجراء فحص واسع لأنواع القمح العالمية لمعرفة مقاومتها إلى Ug99 في المواقع الرئيسية في كينيا واثيوبيا (أساسا في نجوروكينيا و كولومسا أو دبيري زيت، إثيوبيا). و تم ارتباط بيانات الفحص المتواجدة عبر الأنساب المعروفة لقواعد البيانات المتعلقة بالمناطق التي زرعت الأنواع المعروفة. وبحلول نهاية عام 2006 ، فد تم تمديد بيانات الفحص لتشمل البلازما

الجرثومية من 18 بلدا في المنطقة ، بما فيها الصين حيث تم الحصول على مزيد من تفريرات مفصلة للمقاومة / قابلية التعرض على الأنواع التي تغطي حوالي 75 مليون هكتار. و الأنواع التي أظهرت مقاومة من Ug99 تغطي فقط 5 ٪ من مجموع المساحة من كل المساحات المقدره الموجودة في 18 بلدا. وقد لوحظ أن المناطق الكبير في الهند وباكستان عي نتيجة لغلبة " المستنبتات الضخمة" 'PBW343' و "انقلاب 91'(Inqalab 91) في كلا البلدين اللذان معرضان لـUg99. مزيد من الفحص للأنواع الإضافية من 22 دولة الذي أجري في كينيا خلال عام 2007 يدل على وجود التردد المنخفض المماثل من مواد مقاومة. و يبدو أن الظروف البيئية الملائمة مع زراعة شاملة لأنواع القمح ذات قالية التعرض يشكل خطيرا عظيما إذا استمر انتشار Ug99 بدون الحاجز.

الاستراتيجيات لتخفيف تهديد Ug99 وتحقيق السيطرة على الصدا على المدى الطويل.

خضض المساحة المزروعة التي تتعرض للمستنبتات في المناطق المعرضة للخطر من شرق افريقيا الجزيرة العربية شمال افريقيا والشرق الأوسط وجنوب غرب آسيا يشكل أفضل استراتيجية لتجنب من خسائر كبيرة. تستخدم برنامج "مبادرة بولوغ العالمية بشأن الصدا" الاستراتيجيات التالية لتقليل احتمالات الأوبئة الرئيسية : (1) متابعة انتشار جنس Ug99 خارج شرق افريقيا لإرسال إنذار المبكر والتدخل المحتمل من المواد الكيماوية ، (2) فحص الأنواع و البلازما الوراثية للمقاومة ، (3) توزيع مصادر المقاومة في جميع أنحاء العالم إما مباشرة لاستخدامها كالأصناف أو لتربية الأنواع، (4) التربية لإدماج مختلف الجينات المقاومة و النباتات الكبيرة المقاومة وتكثيف أصناف جديدة البلازما الجرثومية الجديدة. أفضل استراتيجية طويلة الأجل لتخفيف التهديد من Ug99 هو تحديد مصادر مقاومة بين المواد الموجودة ، أو تطوير أنواع القمح المقاومة التي يمكن أن تتكيف مع البيئات السائدة في البلدان تحت الخطر الكبير و توزيعها بعد إجراء الاختبار المناسب مع مضاعفة البذور. فالاستراتيجية المكثفة لترويج هذه الأنواع المقاومة و زرعها في حقول المزارعين هي الخيار الوحيد القابل للتطبيق بما أن المزارعين الفقراء و المزارعين التجاريين في معظم افريقيا والشرق الأوسط وآسيا لا يفرون على السيطرة على المرض باستخدام الكمية الهائلة من المواد الكيماوية في حالة انتشار الأوبئة واسعة النطاق بسبب عدم توافرها في الوقت المناسب للتطبيق. والانخفاض في ضغط المرض في شرق افريقيا واليمن وايران يحتمل ان يخفض مجالات الهجرة من هذه المناطق إلى المناطق الأخرى و بذلك يمكن إيقاف مزيد من انتشار Ug99 في هذه المرحلة. و يمكن تجنب من الأوبئة المحتملة بعد انتشار Ug99 أو بدائله إذا تم انخفاض المستنبتات الحالية فابله التعرض التي تحل معظم مناطق القمح الرئيسية في مناطق التعرض الرئيسية للخطر في طريق الهجرة المتوقعة. و دار الفحص في كينيا خلال 2005 و 2006 و 2007 الذي حدّد عددا قليل من أنواع القمح الموزعة ذات المقاومة أو المواد المتقدمة للتربية في مراحل التجارب المختلفة في معظم البلدان التي قدمت موادها للفحص المواد. فاستراتيجية الواحدة هي إيجاد سبل لضمان أن تحتل أفضل الأنواع عالية الغلة و ذات المقاومة مالا يقل عن 5 ٪ من إجمالي مناطق زرع القمح في جميع أنحاء منطقة القمح و عي تكون متوفرة بالسهولة. هذا قد يكون عن طريق توريد البذور عن طريق الشراء في حال وجود منشأة Ug99 في دولة معينة. ومع ذلك ، إنه سيكون صعبا جدا تشجيع الأنواع ذات صلاحية المقاومة على نطاق واسع إذا كانت جودتها أدنى من الأصناف المقبولة الحالية، أو لا يعرف المزارعون حول هذا الصدا. و علاوة على ذلك زراعة الأنواع المقاومة و ذات الكيفية الأدنى ليست من الخيارات لأنه سوف يؤثر محصول القمح في زمن انخفاض مخزون القمح العالمي مسببا زيادات حادة في أسعار القمح. تحديد وتشجيع الأنواع الجديدة المقاومة للصدا التي قد نتج في زيادة كبيرة في المحصول بالنسبة من الأنواع الحالية، بالاشتراك مع غيرها من السمات المرغوب فيه هو على الأرجح أفضل استراتيجية لضمان اتخاذ السريع، و يتبلور بالتالي يتم استبدال الأنواع المقبولة بل تلك التي تتعرض للأمراض بالسرعة. وهذا الهدف يمكن تحقيقه لأن معظم الأنواع الشعبية الحالية تطورت في فترة ما بين مستهل و منتصف التسعينيات و قد أحرز الغلة المحتملة للبلازما الجرثومية في القمح الربيعي الجديد تقدما كبيرا منذ ذلك الحين. و قد أشار اختبار أنواع القمح الجديدة مع المقاومة الكافية لـ Ug99 في مختلف البلدان إلى أن القمح الجديد و مواد يحقق إنتاجية مرتفعة بالنسبة للأنواع الحالية. و يتم لتركيز العالي حاليا على تكاثر البذور من هذه الانواع من القمح.

المراجع:

- Draxler R.R. and Rolph G.D. 2003. "HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory)", <http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>. (accessed on November 29, 2007). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.
- Hodson D.P., Singh R.P., Dixon J.M. 2005. An initial assessment of the potential impact of stem rust (race Ug99) on wheat producing regions of Africa and Asia using GIS. In "Abstracts. 7th International Wheat Conference", pp. 142. November 27 – December 2, 2005, Mar del Plata, Argentina.
- Jin Y., Singh R.P., Ward R.W., Wanyera R., Kinyua M., Njau P., Fetch T., Pretorius Z. A. and Yahyaoui A. 2007. Characterization of seedling infection types and adult plant infection

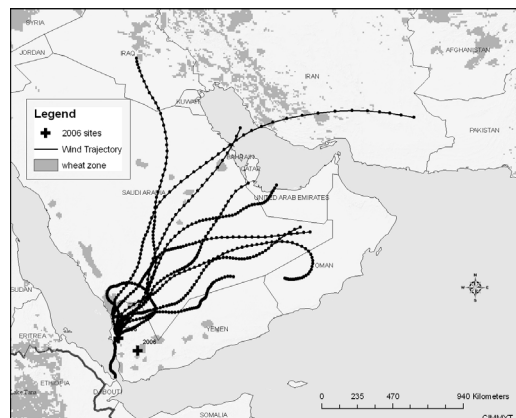
- responses of monogenic *Sr* gene lines to race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Plant Dis. 91:1096-1099.
- Jin Y., Pretorius Z.A., Singh R.P. and Fetch Jr, T. 2008. Detection of virulence to resistance gene *Sr24* within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Plant Dis. 92:923-926.
- Pretorius Z.A, Singh R.P., Wagoire W.W., Payne T.S. 2000. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. Plant Dis. 84:203.
- Roelfs A.P and Martens J.W. 1988. An international system of nomenclature for *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. Phytopathology 78:526-33.
- Saari E.E. and Prescott J.M. 1985. World distribution in relation to economic losses. In "The Cereal Rusts Vol. II; Diseases, Distribution, Epidemiology, and Control" (A. P. Roelfs, and W. R. Bushnell, Eds.), pp. 259-98. Academic Press, Orlando.
- Singh R.P., Hodson D.P., Jin Y., Huerta-Espino J., Kinyua M., Wanyera R., Njau P. and Ward R.W. 2006. Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. 1: 54.
- Wanyera R., Kinyua M.G, Jin Y. and Singh R.P. 2006. The spread of stem rust caused by *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, with virulence on *Sr31* in wheat in Eastern Africa. Plant Dis. 90, 113.

الجدول 1. مصدر وفائدة جين-Sr في منح الشتلات و / أو النبات الكبير المقاوم إلى جنس Ug99 لممرض صدأ *Puccinia graminis* f. sp. *Tritici*

جينات (Sr) مقاومة الصدأ	مصدر جينات Sr	
فعال	غير فعال	
28^1 , 29^2 , Tmp^1	5, 6, 7a, 7b, 8a, 8b, 9a, 9b, 9f, 10, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 30, 41, 42, <i>Wld-1</i>	<i>Triticum aestivum</i>
2^2 , $13^{1,2}$, 14^1	9d, 9e, 9g, 11, 12, 17	<i>Triticum turgidum</i> <i>Triticum</i>
22, 35	21	<i>monococcum</i>
36^1 , 37		<i>Triticum timopheevi</i>
32, 39		<i>Triticum speltoides</i>
33^2 , 45		<i>Triticum tauschii</i>
	34	<i>Triticum comosum</i> <i>Triticum</i>
	38	<i>ventricosum</i> <i>Triticum</i>
40		<i>araraticum</i> <i>Thinopyrum</i>
24^1 , 25, 26, 43		<i>elongatum</i> <i>Thinopyrum</i>
44		<i>intermedium</i>
27^1 , $1A.1R^1$, R	31	<i>Secale cereale</i>

1. خبث الجينات للجين هو المعروف أن يحدث في الأجناس الأخرى.
2. مستوى المقاومة الممنوحة في الميدان لا يكفي عادة.

الشكل 1. مسارات الجسيمات المحمولة جوالمستمدة من نموذج HYSPLIT ، و منشؤها من موقع Uq99 المؤكد بالدكدان في اليمن (المسارات تمثل حركات الأسبوعية 72 ساعة للفترة ما بين 1 ديسمبر 2006 إلى 28 فبراير 2007



مرتبة تي تي كيه إس وتأثيرها في الصدا يوجي 99 في كينيا

معهد البحوث الزراعية بروث، وينيرا في كينيا (كاري) - نجورو،
ص. ب. الحقيبة الخاصة، ونجورو-20107، كينيا

البريد الإلكتروني: wanyera@karinjoro.org / wanyera@plantprotection.co.ke

القمح من طراز تريتيكام إيستيوم (*Triticum aestivum*) هو من أهم المحاصيل المزروعة في كينيا. وهو من بين محاصيل الحبوب التي تسهم إسهاما كبيرا في الأمن الغذائي في البلاد. فهو في المرتبة الثانية بعد الذرة في كينيا. وقد قدر أكبر من المحاصيل المحتملة في البلاد لأنه يزرع متنوعا في المناطق البيئية الزراعية. ومنطقة الإنتاج الحالية تقدر في 150000 هكتار. والاستهلاك يقف على 750000 متري طن، و من المتوقع أن يزيد إلى 1000.000 متري طن بحلول عام 2015. و يرتفع الطلب للاستهلاك ما يقدر بنسبة 7% سنويا، وهو يدفع النمو السكاني، وزيادة التحضر والنظم الغذائية المتغيرة. الإنتاج السنوي هو 350000 متري طن، غير أن الطلب يقف في 750000 متري طن. ومعناه أن الانتاج المحلي يفي فقط 40% من مجموع الاستهلاك، ولذلك تستورد كينيا 60% فقط من متطلبات القمح للبلاد.

وقد تم زيادة الإنتاج بشكل مطرد خلال عشرين سنة الماضية وازداد الإنتاج السنوي من معدل 1.9طن/هاكتار في عام 1987 إلى 2.5 طن / هكتار في عام 2005. هذه الزيادة لحساب سلالات محسنة لمختلف المناطق الزراعية الايكولوجية. وهذا الاتجاه لا بد أن تغير، فنظرا إلى ظهور مرض جديد من الصدا يوجي 99 بالإضافة إلى الزيادة في أسعار المنتجات الزراعية. ومنذ بداية إنتاج القمح في كينيا في عام 1927 حتى أوائل الثمانينات، وكان الصدا بسبب *Puccinia graminis f.sp. tritici* أخطر الأمراض الثلاثة الناتجة من الصدا، و لذلك ترفع البحوث ذات الأولوية من قبل فريق التربية. وبدأ العديد من الأصناف في وقت مبكر و انهار أكثر الأصناف الجديدة بحلول عام 1983، و قد ذكر ثلاثة وعشرين صدا من الأصناف في أفريقيا الشرقية وهذا المرض لم يكن مشكلة كبيرة حتى تسجيل بعض علامات هذا المرض خلال فحص تجريبي لأصناف القمح في كينيا بين 1985-1988. واستمر ظهور الأوبئة الشديدة على حنطة الخبز التجارية وخلال التعرف بها منذ عام 1992.

وفي عام 1999، تم تحديد صنف جديد من سلالة الصدا باسم يوجي 99 في أوغندا. وتم تصديق هذا الجنس الفتاك في كينيا وإثيوبيا منذ 2005 ونشره إلى اليمن، إيران.

اليوم، يمثل هذا الصدا تهديدا خطيرا لجميع الأصناف الجديدة من القمح التجارية نموا في كينيا، لأن جميع الأصناف الجديدة معرضة له. على سبيل المثال، وُجدت الأصناف الجديدة من القمح مصابة بالصدا خلال فحصها عام 2003 وعام 2004 ومستوى العدوى تفاوتت من جنس إلى جنس الآخر في جميع المواقع الثلاثة (نجورو، وماؤ- ناروك وإيلدوريت). و عدوى القمح من السلالات الجديدة في القمح يقدر على تقليل جودة حبوب القمح ونوعيتها خلال بضعة أسابيع.

قد تم تسجيل هذا الصدا ومن المعروف أنه يظهر بصفة رئيسية في المناطق المنخفضة الارتفاع من 1800 متر فوق مستوى سطح البحر. اندلع المرض الآن على نطاق واسع في جميع مناطق زراعة القمح في البلاد، وفي البلدان المنخفضة والمتوسطة والمناطق المرتفعة. ومعناه أن المرض موجود الآن في المناطق المرتفعة (2700-3000 متر فوق مستوى سطح البحر). و ازداد حشد المرض على مر السنين منذ عام 2007، وقد سجلت مستويات وبائية في حقول المزارعين. و معظم المزارعين أعجبوا بذلك لأنهم ما كانوا مطلعين على هذا المرض قبل و لم تكن في البلدان المتقدمة مبيدات الفطريات مجهزة على وجه الحصر للتصدي على هذا الصدا. والعمل المنجز والدراسات الاستقصائية التي أجريت مؤخرا في مناطق زراعة القمح تشير إلى أن هذا الصدا وأوبئة الحبوب تسبب خسائر ما تصل إلى 70% في قطع تجريبية وأكثر من 70% في حقول المزارعين. وهذا هو العائد من المحاصيل مرشوشة مقابل المحاصيل الغير مرشوشة. إنما الرش يقلل المرض فقط ولكنه لا يقضي عليه. ولذلك من الممكن الحصول على ا خسائر أعلى من ذلك إذا كانت نسبية المحصول نظيفة. وفي عام 2007 المزارعون الذين لم يسيطروا على المرض مطلقا فقدوا 100% من محاصيلهم بغض النظر عن الأصناف.

اليوم، معظم تربية أصناف القمح في كينيا يديرها معهد البحوث الزراعية في كينيا (كاري) في مركز البحوث بنجورو، التي هي هيئة تمولها الحكومة الكينية والمتبرعين الدوليين الآخرين. وبعد تحديد معالم يوجي 99، تم إجراء عمليات المسح على نطاق واسع وجمع الصدا المحرز منذ عام 2002 وجميع مناطق زراعة القمح في كينيا تواجه مشكلة عدوى الصدا. خلال احدى الدراسات الاستقصائية لحنطة تجارية متنوعة، من طراز كانساس مومبا، تم تحديدها كحاملة الجينات إس أس24، التي اندلعت في عام 2007. هذا النوع الخاص يحتل منطقة كبيرة جدا من المناطق لزراع القمح. وتحليل سلالة الأصناف قد تم ببذل الجهود بالتعاون ما بين معهد البحوث الزراعية في كينيا بنجورو وبين مختبر صدا الحبوب، جامعة مينيسوتا، بسانت باول، الولايات

المتحدة الأمريكية. وماعدا خبث الصدا من طراز تي تي كيه إس كيه (يوجي99) و تي تي كيه إس تي (يوجي99+ إس آر24) قد تم تحديد سلالة جديدة من قبيل الخرثوم الخبيث المعروف باسم تي تي إس كيه (يوجي99 + إس36). وهذا العام أرسلت مجموعات من نحو 42 صدا إلى مركز بحوث الحبوب، والزراعة الأغذية الزراعية بكندا و20 إلى مختبر حبوب الصدا.

وقد تمكنت منظمة كاري باين نجور على فحص أكثر من 20998 (من محاصيل الربيع والشتاء على حد سواء) خطوط القمح في الموسم الرئيسي في المشاتل عام 2008 من أكثر من 20 بلدان العالم المتعاونة وهذه السنة كانت شدة المرض والأوبئة و الضغوط أكثر مما تراوحت شدة تي آر 100- إس.

وتم اختيار أكثر من 200 مشاتل دولية التي كانت عارضة بضعة مستوى المقاومة. حصاد هذه الاختيارات لا يزال قيد التنفيذ. وتحديد المرض لا يزال مستمرا تحت خطوط النضوج في وقت متأخر من عادات فصل الشتاء.

وتم تحديد هدف أكثر من 5574 خط (ما عدا سجلات سي أي إم إم تي واي (CIMMTY) لسنة 2009/2008، من عادات كلا الفصلين الربيع والشتاء على حد سواء التي سوف تزرع في المشاتل في خارج الموسم تحت عملية الري. والفحص الميداني للأصناف التجارية، والأصناف القديمة، لا يزال مستمرا في مناطق كاري - باين نجورو، و ماو- ناروك، ويواسين غيشو.

مفاهيم وممارسات مراقبة الأمراض بما فيها أخذ الصور والتتبع بمساعدة نظام المعلومات الجغرافية

أعمر يحيوي، حكومارسي نزارى، كديف هودسون، كيث كرسمان، كؤفا خوري؛ كعثمان عبد الله

لمنسق برنامج تحسين القمح لدى "إيكاردا" و"سيميت"؛ كجاثولوجي الحبوب، إيكاردا؛ كمتخصص في نظام المعلومات الجغرافية، سيميت؛ كموطف التنبؤ بالجراد لدى منظمة الأغذية والزراعة / DLIS ؛ كالموظف الزراعي لدى AGPP / منظمة الأغذية والزراعة ؛ كمربي خبز قمح الربيع، إيكاردا.

لا تزال أمراض صدأ القمح من بين مسببات الأمراض النباتية الأكثر دماراً على الصعيد العالمي. أنواع الصدأ الأكثر شيوعاً هي صدأ ساق القمح أو الصدأ الأسود (*Puccinia graminis f. tritici*)، الصدأ المخطط أو الصدأ الأصفر (*Puccinia striiformis tritici*)، وصدأ الورقة أو الصدأ البني (*P. recondita*). ورغم أن ظروفها البيئية المثلى تختلف فيما بينها قليلاً، إلا أن هذه الأنواع من الصدأ موجودة في العالم كله، حيثما يزرع القمح. وهي غالباً ما تكون موجودة معاً في حقل واحد، خلال مراحل مختلفة من تربية القمح وفي مختلف درجات الشدة. يعتبر الصدأ، وخاصة من نوعي صدأ الساق والصدأ المخطط من أهم المعوقات الأحيائية لإنتاج القمح بشكل مستديم في البلدان النامية. ويرجع هذا إلى قدرة الكائنات الممرضة على التطور بسرعة إلى سلالات جديدة وهجرتها إلى مسافات طويلة عن طريق انتشارها عبر الجو.

لقد شهد العالم في الثمانينات والتسعينات سلسلة من الأوبئة الكبيرة من الصدأ الأصفر في القمح (الصدأ المخطط) الناجمة عن *Puccinia striiformis* (Fig1 Yr9 مسار الخبث). وكان ذلك نتيجة لانهايار الجينة المقاومة للصدأ الأصفر Yr9، الموجودة في عدة مزرعات صينية. انتقلت السلالة الخبيثة لهذا الصدأ من شرق أفريقيا عن طريق اليمن و الشرق الأدنى إلى آسيا الوسطى، والهند وباكستان. وقد تسبب ذلك في خسائر فادحة في المحاصيل التي تبلغ قيمتها مئات من ملايين الدولارات وأثرت على سبل معيشة الملايين من المزارعين الفقراء. إن الأثر المحتمل لصدأ القمح خطير بوجه خاص، لا سيما في مناطق وسط وجنوب آسيا، والشرق الأدنى وشمال أفريقيا، التي تمثل نحو 23 ٪ من منطقة القمح العالمية. وفي عام 1999، تطور شكل خطير من مسبب مرض صدأ ساق القمح في مرتفعات يوغندا، والآن صار معروفاً بمصطلح Ug99. نوع الكائن الممرض هذا خبيث للغاية وقادر على التسبب في أضرار مدمرة لمعظم أصناف القمح في العالم. وهي تشمل معظم الأصناف الشعبية في بلدان مثل كينيا، واثيوبيا، واليمن، و مصر، و السودان، وتركيا، وإيران، وأفغانستان وباكستان، وجميعها تقع في المسار المحتمل لـ Ug99. ولقد أصبح رصد تطور هذه السلالة الجديدة من صدأ الساق "Ug99" وهجرتها أمراً فائق الأهمية للأسباب التالية: (1) العديد من المزرعات التي تزرع حالياً تحمل جينات المقاومة الخاصة بالسلالة التي يوجد لديها المدى القصير من العمر (2) تجري زراعة نفس المزرعات على مساحات واسعة في أكثر من بلد واحد؛ (3) نفس الجينات التي تمنح خصوصية المقاومة لعدة أنواع الصدأ تم إدخالها في الأصناف المزروعة في مختلف البلدان، و (3) غالبية الأصناف المزروعة حالياً في جميع أنحاء العالم. يظهر الجدول 1 أمثلة على رد فعل أصناف القمح من البلدان المتعرضة للخطر المباشر، عندما تم تعريضها لخبث Ug99 في نجورو، كينيا.

وفي عام 1995 أجرى زادوكس دراسة ميدانية تجريبية حول الصدأ ضمن "المشروع التجريبي الدولي بشأن الصدأ الأصفر". وقد تضمن هذا المشروع اختبار الأصناف التجريبية في عدة مواقع في أوروبا وأماكن أخرى. إنه أظهر أن تباين مسببات الأمراض المتعلق بالاختبار الميداني في المواقع المتعددة للأصناف المختلفة قد وفر معلومات موثوق بها عن حدوث الصدأ الأصفر وعن التباين النسبي للكائنات الممرضة. هذا وقد تم الانتهاء من تحليل السلالة الذي قام به الدكتور رون ستابس الراحل والذي فيما بعد تمكن برفقة الدكتور جين ساري من "سيميت" تمكن من توفير المعلومات لكافة البرامج الوطنية المعنية. وقد اعتمد "سيميت" عملية اختبار التكاثر منذ أوائل السبعينات وشمل رصد أنواع الصدأ.

هجرة مسببات أمراض الصدأ على النطاق الواسع وقلة التسهيلات والخبرة في بلدان CWANA حفزت الحاجة إلى إقامة شبكات إقليمية بشأن الصدأ. وفي منتصف السبعينات قد قام "إيكاردا" بإطلاق شبكتها الأولى في وادي النيل والبحر الأحمر التي كانت في السابق لا تغطيها شبكة "ساري"، وشملت بلدان مصر، واثيوبيا، والسودان، واليمن. وتم إقامة المزيد من شبكات الصدأ في منطقة CWANA في التسعينات والتي امتدت لتغطي جميع أنواع الصدأ حتى عام 2000؛ ومنذ عام 2005 انصب التركيز بشكل كبير على صدأ الساق من أجل رصد انتشار Ug99.

إشبات مراقبة صدأ الحبوب في منطقة CWANA

تم إجراء رصد الصدأ في الحبوب من قبل إيكاردا وNARS منذ بداية الثمانينات. وقد كانت ولا تزال شبكة الصدأ لمنطقة البحر الأحمر ووادي النيل من أقدم الشبكات التي تم تمويلها من أموال إيكاردا الخاصة بالمشاريع الأساسية والمخصصة.

◀ شبكة الصدأ في الحبوب لمنطقة وادي النيل والبحر الأحمر شملت مصر واثيوبيا والسودان واليمن؛ أنشئت في منتصف عام 1980.

◀ أنشئت شبكة الصدأ وأمراض الحبوب في غرب آسيا وشمال أفريقيا في منتصف التسعينات، وشملت بلدان المغرب، والجزائر، وتونس، وسوريا، والعراق، وإيران، وتركيا.

◀ انشئت شبكة الصدا الأصفر لوسط وغرب آسيا بعد المؤتمر الإقليمي الأول حول الصدا الأصفر الذي عقد في إيران في عام 2001. وشملت هذه الشبكة القوقاز (أذربيجان، أرمينيا، جورجيا)، وآسيا الوسطى (كازاخستان، قيرغيزستان، طاجيكستان، تركمانستان، أوزبكستان)، وغرب آسيا (لبنان، إيران، باكستان، سوريا، تركيا)، وقد تم تمويلها جزئياً من قبل ACIAR وبالتعاون مع PBI (استراليا) SPII (إيران)، وايكاردا وسيميت.

وكانت الشبكة الصدا قائمة على الدراسات الميدانية وتقييم مشاتل الاصطياد.

مفاهيم حول مشاتل اصطياد رصد الحبوب

ويشمل مشتل الاصطياد الخطوط التفاضلية، والمزروعات المتماثلة الخطوط تقريبا التي تحمل الجينات المقاومة المعروفة في خلفية مختلفة، والمزروعات التي تزرع في مناطق واسعة في البلدان المستهدفة، و صفوة المزروعات. ويتم تحديث وتنقيح تكوين مشتل الاصطياد كل 3 سنوات.

- أ. سوف يشار إلى مشتل الاصطياد المستهدف بـ مشتل اصطياد Ug99 (Ug99SRTN)، الذي يضم خطوط الجينة التشخيصية الرئيسية الواحدة لصدا الساق التي سوف تزرع على طول المسار المتوقع لـ Ug99 وذلك من أجل الكشف السريع والعمل العاجل (الجدول 2) ؛ وكذلك الحال بالنسبة لـ Yr27YRTN التي سوف تستهدف رصد خبث Yr27 في وسط وغرب آسيا والقوقاز، وجنوب آسيا
- ب. مشتل الاصطياد الشامل المشار إليه بـ مشتل اصطياد صدا الساق (SRTN) أو مشتل اصطياد الصدا الأصفر (YRTN) الذي يضم الجينات المقاومة لصدا الساق و الصدا الأصفر والمزروعات التي تحمل الجينات المقاومة المعروفة وذلك لتحديد الفعالية/عدم الفعالية في المواقع المختلفة (الجدول 3)
- ج. يتم تجميع مشاتل اصطياد الصدا الوطنية من قبل NARS لإرسالها إلى مختلف المناطق الزراعية داخل البلد. وتشمل هذه المشاتل مجموعة واسعة من البلازما الجرثومية المحلية (الأصناف المزروعة و صفوة الأصناف) و مجموعة مختارة ومعروفة من الجينات المقاومة للصدا. قد أنشئت مثل هذه مشاتل الاصطياد في المغرب، وإيران، وإثيوبيا، وكذلك باكستان والهند وربما الصين.

استخدام مشاتل الاصطياد (1) من شأنه أن يسمح للبلدان التي ليس لديها مرافق المختبرات والخبرة بتقييم تباين كائنات الصدا (السلالة، والتحليل، وتجارب الشتلات والنباتات البالغة باستخدام التلقيح الاصطناعي؛ 2) بالإضافة إلى تقييم جينات المقاومة في الشتلات الخاصة بالسلالة، فإن مشاتل الاصطياد توفر المزيد من المعلومات القيمة عن الاستجابات الميدانية لجينات مقاومة النباتات البالغة ومصادر جينات APR؛ 3) تفاعل الجينات المقاومة/ مصادر المقاومة للأوضاع البيئية في مختلف المزروعات العالية الإنتاجية يمكن تقييمها تحت العدوى الفطرية؛ ومن هنا تقييم الفعالية/عدم الفعالية لجينات المقاومة؛ 4) أخذ العينات من جينات المقاومة الفردية المصابة بالعدوى من أجل تحليل السلالة حيثما أمكن، سوف توفر معلومات ابتدائية عن تغير الكائنات الممرضة؛ 5) يمكن تقييم إصابة التفاضليات الاحيائية بالعدوى تحت ظروف الحقل الطبيعية وسوف يتيح مراقبة التغيرات لأنماط العدوى على التفاضليات والمزروعات التجارية وكذلك سوف يساعد في تقييم نجاعة الجينات المقاومة داخل البلد؛ 6) المعلومات الواردة من البرنامج الوطني تسمح لتوليد المعلومات سنويا من مختلف المواقع داخل كل بلد والتي يتم تقاسمها على المستويات الإقليمية؛ 7) يتم تنظيم الاجتماعات السنوية وتقديم المعلومات من قبل منسق البرنامج الوطني.

2. دراسات ميدانية

سوف يتضمن برنامج مراقبة الصدا في الحبوب ليس فقط اختبار مشاتل الاصطياد الاحيائية (التحليل المورفولوجي لكائنات الصدا الفطرية، وتقييم فعالية/عدم فعالية جينات المقاومة)؛ بل وكذلك سوف يقوم بتطوير خرائط "جي أي اس" (نظام المعلومات الجغرافية) المماثلة لتلك التي تم تطويرها من أجل رصد الجراد، و يتيح أيضا تطوير وتنفيذ نظم الإنذار المبكر و دعم القرارات، ومن شأنها أن تمكن من التخطيط في الوقت المناسب لإجراءات المراقبة والإدارة الدقيقة لأمراض الصدا. و بعد أن يتم تنفيذها، فإن المعلومات المجمعدة المشتركة سوف تمكن البرامج الوطنية من مراقبة الوضع للصدا سنويا، وسوف توفر المعلومات في الوقت المناسب عن توزيع وتركيب كائنات الصدا في مناطق القمح الرئيسية داخل بلد، منطقة، وأخيرا في العالم كله، من خلال التعاون الإقليمي/العالمي.

التعاون الإقليمي/العالمي في مراقبة تطور وهجرة السلالات الجديدة لفطريات الصدا:

إن رصد تطور وهجرة السلالات الخبيثة الجديدة ينبغي أن يكون من الأولويات الفارقة لا سيما بسبب (1) ان بوغات هذه الفطريات يمكنها ان تنتقل بسرعة إلى مسافات طويلة؛ (2) العديد من المزروعات الحالية التي تزرع على نطاق واسع هي حساسة لـ Ug99 (الجدول 2) ؛ (3) نفس المزروعات يتم زراعتها في أكثر من بلد واحد. الأوبئة التي أصابت مزروعات مستمدة من "فيرى#5" (المرتبطة بـ Yr 9) هي خير مثال حيث أن أكثر من 60 صنفا مزروعا في جميع أنحاء العالم بمسميات مختلفة تنتمي إلى أصل "فيرى" وتحمل نفس جينة مقاومة لـ Yr9. إن شعبية "كاوز" لدى المربين ربما/سوف تؤدي إلى الأوبئة. يحمل كاوز, Yr9, Yr27, و Yr18 و يوجد لديها مختلف المشتقات مثل "انقلاب 92 الذي يحمل Yr27؛

PBW343 الذي يحمل مزيجا من Yr9 وYr27؛ بختاور 94 (باكستان)؛ WH542 (الهند)؛ شام 8 (سوريا)؛ سيهان (تركيا)؛ اترك (إيران)؛ نبتة (السودان)؛ المهديّة (المغرب) "

التوترات السياسية في المنطقة غالبا ما لا تسمح للعلماء في بعض البلدان بالتعاون والتواصل بعضهم مع البعض مباشرة، وبالتالي فإن وجود مؤسسات محايدة سياسيا مثل ايكاردا وسيميت ضروري و مهم لتنسيق هذه الجهود. وسيكون من اللازم اختبار المزروعات في المواقع الساخنة خارج المنطقة، حيث أن الخبث لحينات المقاومة المهمة ربما يكون موجودا بالفعل في الكائنات الممرضة في هذه المناطق. التعاون مع معاهد البحث المتقدمة حول تقنيات أخذ بصمات الحمض النووي لمعزولات الصدا هي لازمة لتحليل مسارات الصدا في الحبوب بسبب الانتشار السريع للخبث في صدا الحبوب. على سبيل المثال، قد لوحظ في الصدا الأصفر أن الخبث (السلالات) يتطور اسرع بضعفين أو ثلاثة أضعاف من الحمض النووي العشوائي. يجري حاليا إنشاء مختبر الصدا المرجعي في دنمارك.

نظم الإنذار المبكر ونظم دعم القرارات - الصلة

إن التهديد المباشر الذي يشكله Ug99 سيجعل وضع الإطار أمرا فائق الأهمية مع الأخذ في الاعتبار المناطق الرئيسية المستهدفة وهي المناطق المنتجة للقمح في افريقيا (شرق وجنوب وشمال) والشرق الأوسط. تكلفة التقاعس سوف تفوق كثيرا تكلفة العمل المبكر. نظام لدعم القرارات (دي اس اس) سوف يساعد في تقادي الأوبئة الرئيسية. وسيكون دي اس اس همزة وصل بين جميع مكونات المشروع، ومن المرجو أنه سوف يتوسع لاحقا ليحتضن أنواع الصدا الأخرى ويغطي منطقة أوسع. ومن شأن نظام المعلومات الجغرافية (جي أي اس) أن يقوم بتكامل البيئة بشكل فعال ويقوم بتسريع الترابط فيما بين مختلف قواعد البيانات، وبالتالي يسهل عملية اتخاذ القرارات. نمذجة مسارات مسببات المرض المحمولة جوايا المستندة إلى الظروف الحالية للأرصاء الجوي، وتكامل الاستشعار عن بعد، والاحصاءات الزراعية وغيرها من البيانات الثانوية، يجري جميعها لتحسين استهداف المناطق المعرضة للخطر. سيقوم دي اس اس أيضا على أساس معلومات دقيقة عن تطور الاصناف الجديدة وانتشارها لاحقا؛ فعالية الجينات المقاومة؛ تعزيز واعتماد الاصناف المتسامحة الحديثة (ذات المقاومة الدائمة) سوف يضمن استدامة الإنتاج لصغار المزارعين. سوف يتم الشروع في الاستخدام الآمن للمواد الكيميائية حيثما كان ممكنا وقليل التكلفة في حالات الطوارئ وذلك للحد من حمل اللقاح والانتشار لاحقا لسلالات خبيثة من الصدا، ومن هنا، سوف يحتاج دي اس اس إلى الارتباط ارتباطا وثيقا بمزيد من الأنشطة الاجتماعية الاقتصادية لضمان الاستخدام الكافي والمناسب للمدخلات بطريقة مجدية اقتصاديا.

إنشاء نظم المراقبة الوطنية المشبكة في نظام عالمي للمراقبة

المقومات الأساسية لشبكة مراقبة عالمية تتمثل في جهود المراقبة الوطنية الوظيفية. ولذا فإن نظم المراقبة الوطنية هي قواعد حاسمة ومهمة للغاية. تحتاج النظم الوطنية ما يلي: (1) المراقبة النشطة وفرق مشاتل الاصطياد في المناطق المعرضة للخطر؛ (2) بروتوكولات لصيانة المشاتل وتوزيعها؛ (3) المختبرات لتحديد نوع مسبب المرض مع الموظفين المدربين الذين يمكنهم بصورة جماعية إدارة تحليل العينات التي تقدمها فرق المراقبة؛ و(4) بروتوكولات لتقديمها، وضبط الجودة، والتخزين، والوصول إلى البيانات عن مدى انتشار، وشدة، وتكوين إصابات الصدا التي تم اكتشافها في المحاصيل بوجه عام، وفي مشاتل الاصطياد بوجه خاص. وتشمل البلدان المستهدفة البلدان الرئيسية المنتجة للقمح في شرق افريقيا (اثيوبيا وكينيا والسودان واريتريا)، وادي النيل والبحر الأحمر (اليمن، مصر، المملكة العربية السعودية) و الهدف الثانوي يشمل الهند، باكستان، المغرب، تونس، الجزائر، تركيا، سوريا، كازاخستان، أوزبكستان، وأذربيجان. يوجد لدى هذه الدول درجات متفاوتة من الخبرة والموارد المادية اللازمة لتنفيذ مراقبة الصدا في محاصيل القمح. سوف يقوم عالم CG بتسهيل وتصميم تنفيذ واستمرار نظم المراقبة الوطنية. كما أن علماء دوليين سوف يقومون أيضا بتنسيق التدريب اللازم، والحصول على البيانات، وتحليل البيانات. كما أنهم سوف يتكفلون بتوريد البذور من الأنماط الموروثة المناسبة لمشاتل الاصطياد.

ومن أجل التخفيف من / مكافحة التهديد الذي يشكله Ug99، وتجنب / الحد من تطور السلالات الأكثر تعقيدا من أنواع صدا القمح العابرة للحدود؛ هناك حاجة ملحة لوضع نظام عالمي لتتبع أمراض الصدا في الحبوب، وبالتالي إنشاء نظم الإنذار المبكر العالمي ونظم دعم القرارات التي من شأنها أن تساعد على تجنب خسائر هائلة في المحاصيل. ولا يمكن استمرارها من قبل المزارعين من ذوي الموارد القليلة في افريقيا ولا من جانب الشركات المزارعة التي يتعين عليها العودة إلى استخدام المواد الكيميائية التي سوف تؤدي إلى زيادة تكلفة الإنتاج كما أنها تؤثر على البيئة سلبا.

قد تم تحسين فهم NARS لتباينات مسببات الأمراض والأنماط الموروثة لفطريات الصدا من خلال بناء القدرات؛ تمت إقامة الفرق الوطنية لرصد الصدا في مختلف المناطق الزراعية الايكولوجية؛ تم إجراء الدراسات الوطنية المنتظمة خلال موسم المحاصيل؛ أسست وحدة التنسيق في منظمة الأغذية والزراعة لمراقبة وإدارة البيانات؛ انشئت مواقع اختبار وطنية دائمة لمشاتل اصطياد الصدا؛ تم توفير خدمة دائمة داخل "إيكاردا" و / أو "سيميت" لصيانة الأنماط الموروثة لبذور القمح لمشاتل الاصطياد؛ مواعمة فرق المراقبة من خلال التدريب المنتظم والتفاعلات المنتظمة؛ تم تعزيز قدرات المراقبة الوطنية من خلال تعزيز برامج التدريب المكثف للموظفين الميدانيين التقنيين والمزارعين .

الجدول 2: مشتل اصطياد صدا الساق الذي يستهدف Ug99 (Ug99 SRTN)

النمط الموروث (نمط الجينة)	Sr. جينة	النمط الموروث (نمط الجينة)	Sr. جينة
Sr 2 complex	Pavon 76	Susc.Check	Morocco
Sr 2 , Sr 23	Buck Buck	Sr 31	Seri 82
	Lamillo	Sr 31	PBW343
	(Durum)		
	Rihane (Barley)	Sr 24	LcSr24Ag
Sr 6	ISr6-Ra	Sr 24	St24(Agent)/9*LMPG
Sr 9e	Vernstein	Sr 36	W2691 SrTt-1
Sr13	St46Sr13	Sr 26	Eagle
Sr 22	Sr22/TB	Sr 25	Super Seri
Sr Tmp	CnSSrTmp	Sr 25	LcSr25Ars
Sr Wld-1	Bt/Wld	Sr 27	Coorong (Triticale)
Sr 14	Line A Seln		Bakhtawar 94 (Kauz)
Sr 28	W2691Sr28Kt	Sr 36	Cook
			Altar (Durum)

الجدول 3: موقع اختبار (البلد/ عدد المواقع) مشاتل اصطياد الصدا 2007-2008 موسم المحصول

مشاتل الاصطياد (عدد مواقع الاختبار/البلدان)			مشاتل الاصطياد (عدد مواقع الاختبار/البلدان)			البلد
IYRTN9 الثالث	Ug99ISRTN الثاني	ISRTN الرابع	IYRTN الثالث	Ug99ISRTN الثاني	ISRTN الرابع	
2	2	2	1	1	1	ازبكستان
2	3	2	1	1	-	قرغيزستان
3	3	2	4	2	1	اذربيجان
3	4	3	1	1	1	تاجكستان
2	1	2	1	2	-	قزاقستان
3	5	3	1	-	-	تركمنستان
2	-	2	4	4	3	تركيا
4	3	3	4	4	3	ايران
1	1	2	2	1	1	جورجيا
1	5	3	2	1	1	ارمينيا
1	-	1	4	3	3	باكستان
-	2	-	3	2	1	بنجلاديش
-	4	-	1	-	1	بوتان
7	1	5	4	-	2	نيبال
1	1	1	8	4	4	الهند
32	35	31	41	26	22	المجموع

* سوف يجري اختبار المشتل في عام 2009.

مقاومة صدأ الساق في القمح -- التجربة الاسترالية

ايتش اس براينا

معهد تربية النباتات بجامعة سيدني - كوبيتي ، PMB11 ، كامدين ، NSW2570 ،
استراليا . harbansb@camden.usyd.edu.au

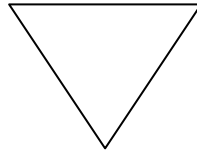
التاريخ

تم اعتبار صدأ ساق القمح كأكثر الأمراض ضرراً للقمح في أستراليا من قبل وليام فريير. و قد بدأت إمكانات التربية للمقاومة ضد أمراض الصدأ في القرن التاسع عشر. أنتج فريير أصنافاً من القمح التي كانت تتضج مبكراً والتي لم تكن لديها مقاومة صدأ الساق ولكنها نجت من الإصابة بالعدوى بسبب نضجها المبكر. نقلت سمة النضج المبكر من القمح الهندي. اصناف القمح المقاومة للصدأ مثل "فيدويب" Fedweb، و"هوفيد" Hofed و "يورिका" Eureka قد تمت تربيتها من قبل دبليو آل واتر هاوس (جامعة سيدني) واس.ال. ماكيندو (نيو ساوث ويلز للزراعة). لقد أصبحت المقاومة لصدأ الساق غير فعالة في أوريكا (Sr6) في عام 1942 بسبب دخول صنف جديد من الكائن الممرض لصدأ الساق. وعلى الرغم من الحفاظ على المقاومة من جانب فيدويب وهوفيد ، فقد كان واترهاوس على علم بالتطور المحتمل للكائن الممرض لصدأ الساق. قد أنشئ المركز الميداني في شمال غرب نيو ساوث ويلز المعرض لصدأ الساق في "كرليويز"، نيو ساوث ويلز، في عام 1945 لتشغيل برنامج تربية المقاومة. وقد قامت لجنة البحوث في القمح التابعة لولاية نيو ساوث ويلز بتيسير إنشاء معهد البحوث في القمح في الشمال الغربي الذي قد أصبح الآن (مركز آي ايه واتسون للبحوث) في عام 1961. وقد تم إطلاق الأصناف المقاومة لصدأ الساق مثل "فيدويب" و"هوفيد"، و"أوريكا"، و"غابو" قبل عام 1950. حمل "هوفيد" جينة SR2 ذات مقاومة النباتات البالغة الدائمة. الجيل التالي من الأصناف المقاومة لصدأ الساق شمل "ايغل" (Sr9g، Sr26)، "ميندوس" (Sr7a، Sr11، Sr17، Sr36 و Sr36)، "تيمغالين" (Sr5، Sr6، Sr8a، Sr36)، و"غاتشر" (Sr2، Sr5، Sr6، Sr8a، Sr9g، Sr12) و"غاموت" (Sr6، Sr9b، Sr11، SrGt). وأعقب ذلك بانكس (Sr8a، Sr9b، Sr12، Sr30) ، وكوندور (Sr5، Sr8a، Sr12) ، و"شورتيم" (Sr5، Sr6، Sr8a، Sr36) و "فيسيتيغوري" (Sr30).

ونتيجة لوباء صدأ الساق الذي انتشر في عام 1973 في شرق أستراليا ، قد تم اقتراح البرنامج الوطني لمكافحة صدأ القمح (NWRCP) (الشكل 1) ودخل حيز النفاذ في عام 1975 بتمويل من مجلس بحوث القمح. وقد كان من أهداف البرنامج توفير خدمات فحص الصدأ لجميع برامج تربية القمح في أستراليا ، وذلك من أجل إدخال الاختلاف الجيني لمقاومة الصدأ في أصناف القمح الاسترالي ذات البذر الأبيض ولترصد كائنات الصدأ للتغيرات المرضية التي من شأنها أن تؤثر على كل من الحبوب المزروعة القائمة وانشطة تربية المقاومة. وقد ركز البرنامج بوجه خاص على البقاء قداماً من تغييرات نوع الكائن الممرض من خلال التربية التوقعية. الأصناف المزروعة التي تم إطلاقها من البلازما الجرثومية التي طورتها NWRCP شملت تورييس (Sr24 ذات البذر الأبيض)، وفاسكو (Sr24 ذات البذر الأبيض)، دياز (Sr9e، Sr36)، غريب (Sr31)، شومبورغك (Sr22)، بيروز (Sr24 ذات البذر الأبيض)، وسونبري (Sr38)، وسونفال (Sr36، Sr38)، وسونلين (Sr26 + Sr38)، وترابندنت (Sr38)، وداتاتين (Sr24 ذات البذر الأبيض)، وكام (Sr38)، وثورنبيل (Sr45) و QAL2000 (Sr24، Sr38) QALBis (Sr24، Sr38) (وكاسل روك (Sr24 ذات البذر الأبيض)).

الاختلاف للخبث

الاختلاف للمقاومة



فحص البلازما الجرثومية وتعزيزها
ومصادقة المعلم والتنفيذ

المربون



المزارعون

الشكل 1 : الرسم البياني للتنسيق الوطني للتربية لمقاومة الصدأ في أستراليا من خلال البرنامج الاسترالي لمكافحة صدأ الحبوب.

التنوع الجيني الحالي للجينات المقاومة للصدأ

القمح العام

ان سوادا كبيرا من الحبوب المزروعة الحديثة التي تزرع عالميا تحمل جينات مقاومة SR2 ، Sr24 ، Sr30 ، Sr31 ، Sr36 التي كانت فعالة إما بوحدها أو في مجموعة قبل اكتشاف مرض Ug99 ومشتقاته. Sr29 موجود في بعض اصناف قمح الشتاء. اعتماد البلازما الجرثومية التي طورها "سيميت" في جميع أنحاء العالم قد روج استخدام البلازما الجرثومية التي تحمل جينات مقاومة لصدأ الساق SR2 ، Sr8a ، Sr9g ، Sr17 ، Sr30 و Sr31 في مجموعة مؤلفة مختلفة. وقد تم استخدام الجينة المقاومة لصدأ الساق Sr38 في جميع أنحاء العالم بسبب ارتباطها مع Lr37 ، Yr17 و Cre5. ومع ذلك فقد تم اختيار الشتلات غير المميزة والجينات المقاومة لصدأ الساق في النباتات البالغة بصدفة في أصناف القمح التجارية. إن جينة APR (مقاومة النباتات البالغة) الواقعة في الكروموسوم 5B في صنف القمح السويسري "ارينتا" تم تحديدها مؤخرا من قبل العاملين الاستراليين. جينات APR (مقاومة النباتات البالغة) لمقاومة صدأ الساق في أصناف القمح الهندي HD2009 و WL711 قد تم تحديدها أيضا. جينة APR في WL711 من المرجح أن يسهم بها صنف "كريس" من أمريكا الشمالية .

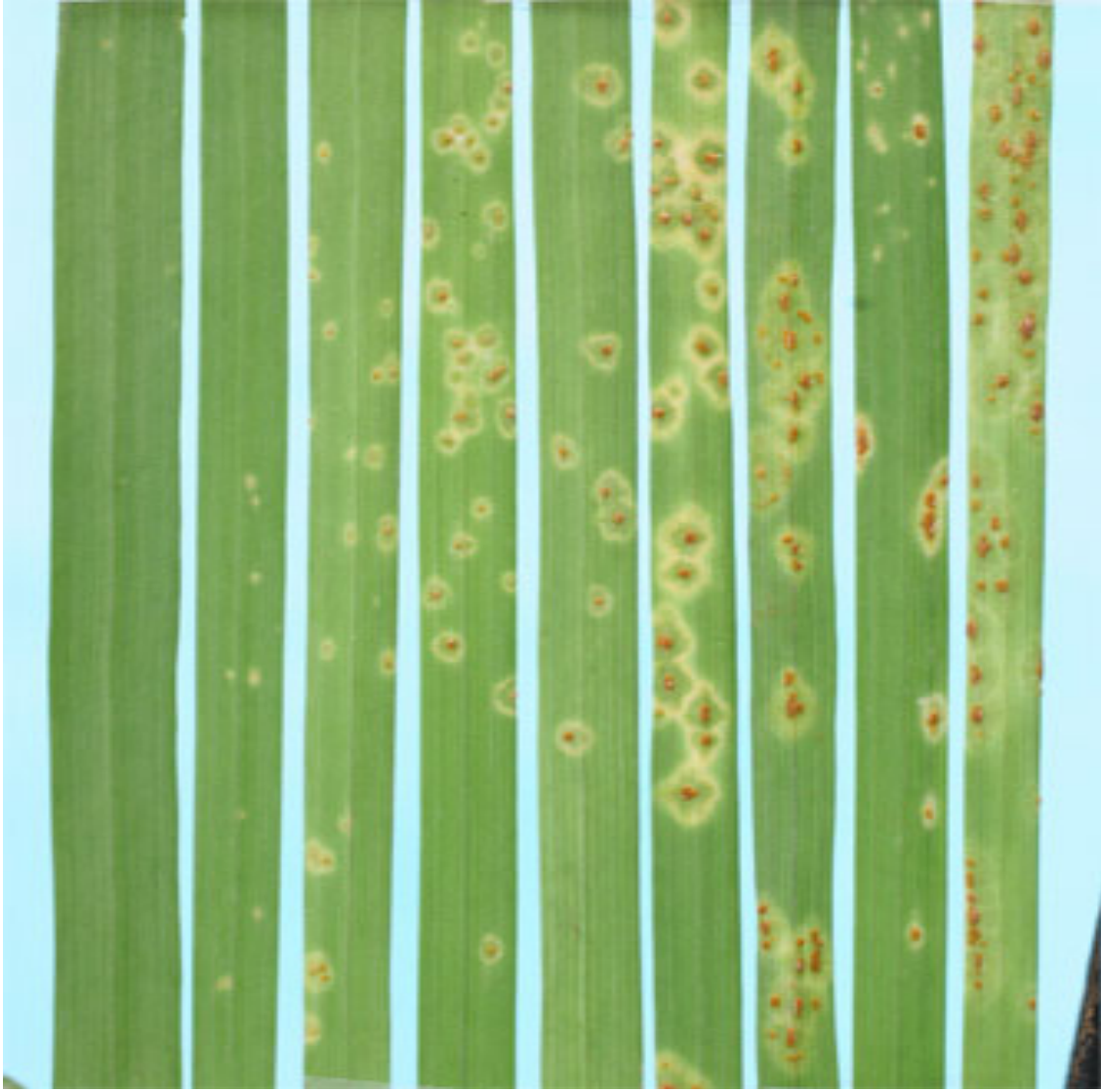
وفي أستراليا ، أصناف القمح في شمال كوينزلاند ونيو ساوث ويلز لها أربع مجموعات رئيسية وهي ؛ SR2 + Sr30 + Sr36 ، Sr24 + Sr36 ، Sr38 + Sr36 و Sr30 + SR2 . يحمل صنف "سونلين" مجموعة Sr38 و Sr26 . بعض الأصناف في هذه الدول تمتلك الجينات المقاومة SR2 ، Sr24 ، Sr30 ، Sr31 ، Sr33 و Sr45 وحدها. أصناف القمح الفيكتورية ومن جنوب استراليا تحمل Sr30 ، Sr24 و Sr15. في حين تحمل أصناف القمح الاسترالي الغربية SR2 + Sr30 ، Sr15 و Sr8a + Sr13 . كما أن Sr38 يسهم أيضا في المقاومة في أصناف قمح أستراليا الغربية. التجارب التي أجريت في كينيا تشير إلى وجود APR (مقاومة النباتات البالغة) في بعض أصناف القمح الاسترالية.

قمح دوروم

هناك ما لا يقل عن 2-3 جينات المقاومة للصدأ في أصناف دوروم من القمح. ومن بينها Sr13 فقط فعالة ضد مرض Ug99. جينة APR (مقاومة النباتات البالغة) المستمدة من دوروم الأصلية وهي Sr GH ، قد تم تحديدها في أستراليا. Sr8b ، Sr9e و Sr13 موجودة في مجموعات مؤلفة مختلفة في أصناف دوروم التجارية.

الصبغيات السداسية الاصطناعية

البلازما الجرثومية ذات الصبغيات السداسية الاصطناعية التي تنتجها "سيميت" والمنظمات الأخرى هي عبارة عن الجمع بين الجينات من "دوروم" التي هي في الغالب Sr9e ، Sr8b و Sr13 والجينات المستمدة من Triticum tauschii ، Sr33 و Sr45 و Sr46. ومن المحتمل أن الجينة (الجينات) غير المميزة لمقاومة الشتلات و النباتات البالغة قد تم نقلها. مجموعة أنواع العدوى التي تمت ملاحظتها في مجموعة من المواد الاصطناعية التي طورها "سيميت" مبينة في الشكل 2.



الشكل 2 : تباين استجابة صدأ الساق بين الصبغيات السداسية الاصطناعية

تكنولوجيا معلم الحمض النووي

قد لوحظ وجود المعلمات المرتبطة بالجينات المقاومة لصدأ الساق . وتشمل هذه الجينات المقاومة لصدأ الساق SR2، Sr22، Sr32، Sr33، Sr36، Sr39 وSr45 التي هي فعالة ضد Ug99 ومشتقاته سواء بصورة فردية أو في مجموعات. هذه المعلمات يمكن أن تستخدم في توليد مجموعات من الجينات في أصناف القمح التي سوف تزرع في المستقبل.

الاتجاهات المستقبلية

إن مجموعة قديمة من اصناف القمح الرباعية الصبغيات و السداسية الصبغيات التي جمعت في العشرينات قد تم فحصها ووجد أنها تحمل مصادر غير مميزة لمقاومة الشتلات والنباتات البالغة (APR) لصدأ الساق. جينات APR التي تم اكتشافها في هذه الكائنات من قبل العاملين الاستراليين هي مختلفة من SR2. ويجري حاليا نقل هذه المصادر إلى أصناف القمح التجارية. المصادر ذات التنوع الجيني لمقاومة صدأ الساق التي لم تستغل في برامج التربية في وقت سابق يجري نقلها إلى خلفيات التجارية الجينية. إن التزاما عالميا لإطلاق أصناف القمح مع مجموعات من الجينات المقاومة سيكون لازما لضمان استدامة إنتاج القمح. الاستخدام المشترك للتكنولوجيات المبنية على النمط الموروث (المبنية على المعلم) والمظهر الموروث (البيوت

الزجاجية و الدراسات الميدانية) سوف تكون من الضروري من أجل إنتاج الأصناف مع مجموعات من جينات المقاومة الكبيرة والصغيرة.

الاعترافات

نتقدم بشكرنا إلى المراجع المنشورة التي تم الاستفادة منها في إعداد هذا المقال.

مقاومت گندم بالغ در برابر زنگ ساقه گونه یو جی 99 و مصارف آن

محققان: آر. پی. سینگ¹، هورتا اسپینو²، وای. جین³، پس نجاو⁴، آر وانیرا⁴، اس. ای. هورر افوسل¹، اس. باوانی¹، دکتر سینگ⁵ و پی. کی. سینگ¹

R.P. Singh¹, J. Huerta-Espino², Y. Jin³, P. Njau⁴, R. Wanyera⁴, S.A. Herrera-Foessel¹, S. Bhavani¹, D. Singh⁵ and P.K. Singh¹

1CIMMYT, Apdo. Postal 6-641, 06600, Mexico, DF, Mexico; 2INIFAP-CEVAMEX, Apdo. Postal 10, 56230, Chapingo, Mexico; 3USDA-ARS, Cereal Disease Laboratory, St. Paul, Minnesota, USA; 4Kenya Agricultural Research Institute- Njoro Plant Breeding Research Center (KARI-NPBR), P.O. Njoro, Kenya; and 5CIMMYT, Nairobi, Kenya.

چکیده (خلاصه):

گونه یو جی 99 پاتوژن پوسینیا گرامینیس زنگ ساقه گندم، تنها آفت بومی شرق آفریقا نبوده، بلکه با تکامی تدریجی به عامل در هم شکستن مقاومت گونه های مقاوم در برابر آن تبدیل شده است. استفاده از نژادهای غیر خاص، مقاومت گیاه بالغ (ای پی آر) با استفاده از به کار گیری ژنهای مینور چندگانه بهترین راه برای جلوگیری از تکامل آن محسوب می شود. آزمایشهای انجام شده بر روی گندم در کنیا و اتیوپی با شرکت 22 کشور جهان و مراکز بین المللی عدم استعداد گونه هایی از گندم را که در آنها مقادیری بالا از ای پی آر به کار برده شده است را نشان داد. برنامه های باروری تناوبی با همکاری کنیا و اتیوپی در حال حاضر توسط "سی ای ام وای تی" و "آی سی ای آر دی ای" (ICARDA) در دست انجام است تا گونه های تازه گندم با بازده بالا و سطوح بالای عامل موثر "ای پی آر" به عنوان انتخاب برتر به بازار بشناساند.

منابع تاریخی استفاده از مقاومت گیاه بالغ

اولین قدمهای مثبت در زمینه پرورش انواع مقاوم گندم در برابر آفت زنگ ساقه در آمریکا، کانادا، استرالیا و اروپا برداشته شد. موثرترین روش وقتی کشف شد که ایچ. کی. هیز از دانشگاه مینسوتا و ای. اس. مک فادن از دانشگاه داکوتای جنوبی عامل مقاومت در برابر زنگ ساقه را از منابع تتراپلونییدی "یومیلو" در گندم دوروم و "یاروسلاو" در گندم امر به گندم نانی انتقال دادند که منجر به پیدایش هگزاپلونییدی در انواع گندمهای "تاچر" و "هوپ" شد (کلمر 2001). اگر چه چندین جفت ژنهای گونه های خاص در گندم های هوپ و تاچر موجود هستند، عامل مقاومت گیاه بالغ در آنها به عنوان عامل اساسی مقاومتشان در برابر آفت محسوب می شود. در انواع هوپ و تاچر، هوپ سیب "H44-24a" و سایر انواع گرفته شده از این والدین مانند "سلگریک" و "کریس" مقاومت عوامل مختلف از منابع متفاوت با یکدیگر در هم آمیخته است. تلاش برای یافتن راه حلی برای زنگ ساقه گندم، راه را برای مشارکتهای بین المللی دانشمندان این زمینه باز کرده است. حاصل این تلاش پرورش، تولید و ارزیابی حوضچه (نطفه ای) ژنتیکی است که در آن منابع مختلف مقاومت در برابر این آفت با یکدیگر در هم آمیخته اند. گندم های مقاوم تولید شده در نجویرو، کنیا با حمایت دانشمندان کانادایی در دهه های 1960 و 1970 به روند تلاشهای باروری بین المللی کمکی اساسی کرد. مقاومت گندمهای کریس و هوپ مبنای تولید انواع گندمهای نیمه کوتاه و پر بازده شد که با عنوان "انقلاب سبز" در دهه 1970 از آن یاد می شود.

ژن اس آر 2 که مسئول مقاومت گیاه بالغ در برابر آفت است روند زنگ ساقه را کند می کند. ترکیب این ژن با سایر ژنهای کند کننده زنگ ساقه که ممکن است از تاچر و هوپ به دست آمده باشد با عنوان "اس آر 2 ترکیبی" مشهور است که ماده اصلی نطفه (حوضچه) ژنتیکی گندم مقاوم با وقاومت پایدار در برابر زنگ، در دانشگاه مینسوتای آمریکا و دانشگاه سیدنی در استرالیا را تشکیل می دهد. این نطفه (حوضچه) ژنتیکی گندم برای اولین بار توسط دکتر بورلاگ (مکینتاش 1988 و راجارام و سایرین 1988) پرورش یافت. متأسفانه اطلاعات زیادی درباره ماهیت و کارکرد ترکیبیات اس آر 2 در دسترس نمی باشد. کنوت (1988) نشان داد که با اضافه کردن 5 ژن مینور می توان مقاومت ژنی ترکیبی را در برابر آفت زنگ ساقه ایجاد کرد.

مقاومت گیاه بالغ در برابر یو جی 99 در گندمهای نسل قدیم و جدید

مقاومت گندم دوروم در برابر زنگ ساقه در انواع قدیمی امریکایی، استرالیایی و گندمهای سی آی ام ام وای تی بهره به نظر می رسد که به دلیل وجود اس آر 2، سایر ژنهای ناشناخته مینور و ژنهای دیگری باشد که از گندمهای تاجر و کریس - که از مشتقات دیگر تاجر است - باشد. اس آر 2 را از اتصال ساختاریش با پوشال رنگ سیاه کاذب شناسایی می کنند، که البته این رنگ تحت شرایط خاص ایجاد شده برای برنامه های باروری از بین می رود. از آنجاییکه تحت همان شرایط محیطی ایجاد شده در باروری می توان وجود پوشال سیاه را نادیده گرفت، می توان از وجود آن به همراه اس آر 2 به طور کلی اغماض کرد. در مقایسه با 100% شدت مستعد بودن برای بیماری در گونه های دیگر گندم، در گونه های گندم آمیخته شده با پوشال سیاه-کاذب در کنیا شدت بیماری تنها از 60% تا 70% بود. مقاومت متفاوتی از حد ام آر تا اس (متوسط تا مستعد برای بیماری) در گیاهانی که در آنها اس آر 2 وجود دارد مشاهده می شود که این امر نشان دهنده آن است که اس آر 2 تا حدی در گیاه ایجاد مقاومت میکند.

اس آر 2 هم چنین در ساختار چندین نوع از گندم های مقاوم قدیمی و بلند کنیایی و گندمهای کوتاه قد سی آی ام ام وای تی به نامهای "پاون 76"، "کیرتاتی" و "کینگ برد"، مشاهده می شود. پاون 76 و کیرتاتی از شروع آزمایشات در نجوری کینا در سال 2005 به عنوان گونه های مقاوم شناخته شده اند که شدت مقاومت در آنها 20 ام آر - ام اس 20 درصد شدت واکنش میزبان در برابر بیماری) است. کینگ برد که گونه ای تازه است به عنوان بهترین منبع مقاومت گیاه بالغ در گونه گندم کوتاه شناخته شده است که شدت مقاومت آن تا حد 5 ام آر-ام اس در همان زمان ثبت شده است. از آنجاییکه نطفه این گندمها در برابر گونه یو جی 99 مستعد است، تصور می رود که مقاومت آنها مربوط به ترکیبات ژنهای اضافی اس آر 2 مربوط باشد.

بجز اس آر 2، درباره ترکیبات دیگر مؤثر در ایجاد مقاومت پایدار گیاه بالغ اطلاعات زیادی در دسترس نمیباشد. کار کنت (1982) در زمینه مقاومت پایدار گیاه بالغ در برابر زنگ زرد برگ (سینگ و سایرین 2004)، به انضمام مشاهدات مربوط به ترکیبات باروری و نقشه اف 6، پراکنگی که در آن پاون 76 ذکر شده بود، همگی نشان دهنده آن است که سرعت رشد زنگ ساقه در اثر کار گروهی تعدادی ژن مینور است که در ترکیب ژنتیکی آن موجود می باشد (شکل 1). ترکیب ژنهای 4 و 5 لذا به نظر میرسد که روند پیشرفت زنگ را در انواع بالغ گیاه کند کرده، در اوج شدت بیماری اثرات آن را بر روی گیاهان مورد آزمایش تا حدی که می توان تقریباً آن را نادیده انگاشت، تقلیل می دهند. سینگ از این پدیده با عنوان تقریباً مصون یاد میکند (سینگ و سایرین 2000).

ترکیب این مقاومتها پیچیده به دلیل عدم وجود عامل بیماری زای یو جی 99 در شرایط کشتگاههای باروری و کمبود عوامل ساختاری مولکولی مربوط به این ژنهای مقاوم بسیار سخت است اما محال نیست. عامل مولکولی مربوط به کاهش روند زنگ یا اس آر 2 را می توان به راحتی استفاده کرد؛ اس آر 2 را به راحتی در شرایط آزمایشگاهی به دلیل پیوستگی ساختاری آن به پوشال سیاه کاذب می توان شناسایی کرد. در 60% انواع بهره گندم سی آی ام ام وای تی و گندم های پر بازده و با خصوصیات کیفی برتر که درجه مقاومت بالا در برابر انواع زنگ برگ و زنگ مخطط دارند، اس آر 2 وجود دارد.

گندمهای پر بازده با مقاومت گیاه بالغ در برابر یو جی 99 اطلاعات مربوط به مقاومت در برابر زنگ ساقه در بذر گندم بهره توزیع شده توسط سی آی ام ام وای تی در سال 2006، 2007 و 2008 که تحت عنوان اولین، دومین و سومین آزمایش مقاومت در رویشگاهها (اس آر اس ان) شناخته شده اند در جدول شماره 1 خلاصه شده است. در مجموع 29 (28%)، 48 (37%)، و 67 (65%) این انواع به عنوان گندمهای مقاوم شناخته شده اند که درجه مقاومت آن در اوج دو فصل شیوع بیماری در کنیا از قوی تا متوسط درجه بندی شده است (تنها 30% شدت بیماری در حالی که سایر انواع مستعد 100% بیمار بودند). بذرهای دومین و سومین اس آر اس ان ترکیبی از گندمهای پر بازده و سایر خصوصیات مطلوب انواع دیگر هستند. این انواع را می توان مستقیماً در بازار توزیع کرده یا در برنامه های باروری در سراسر جهان استفاده نمود.

باروری انتقالی برای تولید گندم پر بازده و تقریباً مصون از آنجا که قسمت بزرگی از گندم های بهره پر بازده تولید شده توسط مراکز بین المللی واجد ژنهای گونه های مقاوم در مقابل آفت زنگ ساقه نیستند، تصور می شود که دست کم می بایست واجد درجه مقاومتی متوسط باشند. این فرصتی مناسب برای به کار گیری از مقاومت گیاهی بالغ در انواع جدید گندمها بود. در شرایط عدم وجود عوامل مولکولی برای مقاومت ژنتیکی گیاه بالغ و گونه یو جی 99 در مکزیک، برنامه کاشت متناوبی در سال 2006 فی مابین کشتزارهای مکزیک (سیوداد اوبرگون در شمال غربی مکزیک در زمستان، و تولوکا یا ال باتان در نزدیکی زمین های مرتفع مکزیکوسیتی در تابستان) و نجورو در کنیا به آزمایش گذاشته شد که در طی آن عامل خصوصیت مقاومت گیاهان بالغ در گندم های سی آی ام ام وای تی به گروهی از نطفه انواع مهم گندم انتقال داده شد. دو فصل محصول در مکزیک و کنیا باروری این گونه را

سرعت بخشید. "روش تک آمیزش یکی از محصولات نسل اول با یکی از والدین" معمولاً برای انتقال چندین ژن مینور (مغلوب) به زمینه غالب ژنی استفاده می شود. با یک آمیزش ساده، و در هنگامی که یکی یا هر دو گیاه والد واجد عامل مقاومت باشد، نتیجه آمیزش گندمی پر بازده و تقریباً مصون خواهد بود.

در روش تک آمیزش یکی از محصولات نسل اول با یکی از والدین ما انواع مقاوم را با انواع پر بازده آمیزش دادیم و سپس با یک آمیزش دیگر با والد با خصوصیت غالب در حدود 400 دانه بی سی 1 به دست آوردیم. گیاهان بی سی 1 به دلیل خصوصیات کشاورزی/اقتصادی، مقاومت در برابر زنگ برگ و مخطط، و بازده بالا، بسیار مورد تمایل هستند. گیاهان اف 2 از میان محصولات بی سی 1 انتخاب می شود. با یک آمیزش ساده می توان این خصوصیات مطلوب کشاورزی/اقتصادی و استقامت در برابر زنگ برگ و نوع مخطط را به نسل بی سی دی انتقال داد. اوبرگون یا تلوکا بازدهی بسیار بالا دارند. اگر نسل اف 2 در سی دی اوبرگون - که بیماری "کارنال بانت" در آن بسیار متداول است - پرورش داده شود محصولات نسل اف 3 را باید برای انتقال سایر خصوصیات در تلوکا پرورش داد. سپس در حدود 1000 دانه از محصولات برداشت اف 3 و اف 4 از تلوکا را در نجوروی کنیا- در خارج از فصل کاشت- کاشته تا آنها را در معرض آفت زنگ ساقه قرار دهیم. پس از برداشت محصولات ساقه بلند آنچه باقی می ماند گیاهانی پر دانه اند که نسلهای اف 4 و اف 5 از میان آنها انتخاب شده و در طول فصل کاشت در معرض فشار زنگ ساقه در کنیا کاشته می شود. از آنجا که زنگ ساقه محتویات دانه را تحت تأثیر قرار می دهد، انتظار آن می رود که گیاهان کم مقاومت دانه هایی چروکیده داشته باشند. حدود 400 دانه پر (گوشتی) از میان محصولات بدست آمده در سی دی اوبرگون، مکزیک به عنوان نسلهای اف 5 و اف 6 انتخاب شدند. مزارع کوچکی در ال باتان و تلوکا به کاشت دانه هایی با خصوصیات کشاورزی/اقتصادی و در عین حال مقاوم در برابر زنگ برگ و زنگ زرد، اختصاص یافتند. در حدود 700 نوع پیشرفته برای آزمایش بازده در سی دی اوبرگون و برای آزمایش مقاومت در برابر زنگ ساقه در نجورو در فصل کاشت بعدی در سال 2008 - 2009 کاشته می شوند. هم چنین دومین گروه کشت انتقالی از نسل های اف 45 و اف 6 در سی دی اوبرگون و سومین گروه نسل اف 3 و اف 4 در کنیا کاشته خواهند شد.

انتظار می رود که تعداد گونه های پیشرفته با بازده بالا، بتوانند با محیط سازش پیدا کرده، ضمن حفظ خصوصیات برتر مصرف در اثر شیوه کاشت انتقالی در مکزیک و کنیا در مقابل هر سه نوع زنگ مقاومت حاصل کنند. به علاوه، انتظار می رود که از این روش برای ایجاد مقاومت پایدار در نطفه (حوضچه) ژنتیکی گندم مدرن استفاده شود. بررسی های ژنتیکی برای شناخت تعداد و نوع ژنهای مسئول در کند کردن روند زنگ و ایجاد مقاومت گیاه بالغ، در دست اقدام است. وجود ژنهای مینور در روی کروموزومها، ژنهای عامل ایجاد مقاومت در گندم - که این نقش آنها از طریق طرح نقشه مولکولی روشن شده است - نه تنها به عنوان عوامل کند کننده زنگ محسوب شده بلکه انتظار می رود تا با استفاده از آنها و مواد ژنتیکی گندمهای زمستانه و گندمهای با قدرت سازش بالا، تنوع ژنتیکی در نطفه گندم بهاره ایجاد شود.

منابع و مراجع :

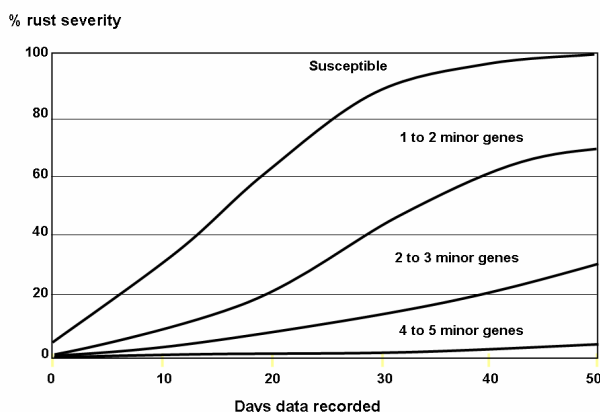
- Knott D.R. 1982. Multigenic inheritance of stem rust resistance in wheat. *Crop Sci.* 22:393-99.
- Knott D.R. 1988. Using polygenic resistance to breed for stem rust resistance in wheat. In "Breeding Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat" (N. W. Simmonds, and S. Rajaram, Eds.), pp 39-47. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Kolmer J.A. 2001. Early research on the genetics of *Puccinia graminis* stem rust resistance in wheat in Canada and the United States. In "Stem rust of wheat: From Ancient Enemy to Modern Foe" (P. D. Peterson Ed.), pp. 51-82. APS Press, St. Paul, MN.
- McIntosh R.A. 1988. The role of specific genes in breeding for durable stem rust resistance in wheat and triticale. In "Breeding Strategies for Resistance to the Rust of Wheat" (N. W. Simmonds, and S. Rajaram, Eds.), pp. 1-9. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Rajaram S., Singh R.P. and Torres E. 1988. In "Current CIMMYT approaches in breeding wheat for rust resistance. Breeding Strategies for resistance to the Rust of Wheat" (Simmonds NW, and Rajaram S, Eds.), pp. 101-118. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Singh R.P., Huerta-Espino J. and Rajaram S. 2000. Achieving near-immunity to leaf and stripe rusts in wheat by combining slow rusting resistance genes. *Acta Phytopathologica Hungarica* 35, 133-139.
- Singh R.P., William H.M., Huerta-Espino J. and Rosewarne G. 2004. Wheat rust in Asia: meeting the challenges with old and new technologies. In "New Directions for a Diverse Planet:

جدول 1. بذره‌های مقاوم وارد شده به مزرعه را نشان می‌دهد که شامل اولین، دومین و سومین SRRSN یا (بررسی مقاومت زنگ ساقه در مکان‌های پرورشی) می‌باشد.

3rdSRRSN		2ndSRRSN		1stSRRSN		مقاومت طبقه
شماره %		شماره %		شماره %		گیاه بالغ ¹ :
3	3	0	0	4	4	R (5-10% شدت)
32	33	20	26	18	19	R-MR (15-20% severity)
20	21	17	22	6	6	MR (30% شدت)
0	0	12	15	2	2	MR-MS (40% severity)
0	0	13	17	0	0	MS (50-60% شدت)
0	0	3	4	0	0	S (70-100% شدت)
نژاد خاص						
0	0	0	0	38	39	<i>Sr24</i>
11	11	0	0	17	17	<i>Sr25</i>
4	4	0	0	0	0	<i>Sr36 (+Sr24)</i>
				2	2	<i>Sr1A.1R (+Sr24)</i>
6	6	20	25	0	0	<i>SrTmp</i>
5	5	6	8	4	4	<i>SrSynt</i>
5	4	6	8	9	9	<i>SrSha7</i>
12	12	0	0	0	0	<i>SrND643</i>
5	5	2	3	1	1	<i>SrUnknown</i>
104		128		103		جمع

1. مقوله مقاومت در گیاه بالغ نسل‌هایی که مستعد دانه دادن با بالاترین آمار گرد آورده شده در طی چند سال/فصل آزمایش (2005 – 2007) در شرایط آزمایشات گلخانه‌ای هستند، و پس از آنکه مستعد بودن آنها برای ابتلا به زنگ ساقه به طور 100% و بر طبق معیار کاب رد شد، در بر می‌گیرد.

شکل 1. نمودار اثرات ناشی از تعداد ژنهای مینور را در کند کردن روند زنگ ساقه در مزارع نشان می‌دهد.



عملية فحص مرافق الصدأ في شرق أفريقيا ديفندر سينغ ، بدادا جيرما ، روث ونائرا، بيترنجو

مقدمة

حماية الحنطة العالمية عن طريق تطوير أصناف مقاومة الصدأ التي تقاوم الصدأ يوجي 99 بشكل فعال تتطلب فحص الحقل الدقيق الذي تباعا يحتاج إلى مرافق الحرجة الكافية. ومرافق الحرجة هذه تساعد في الإدارة والتلاعب من البلازما الجرثومية والعوامل الممرضة. لعبت شرق أفريقيا دوراً حيوياً فيما يتعلق بعلم أوبئة صدأ الجذع دائماً وربما كان ذلك بسبب الموقع الجغرافي والظروف المناخية للمنطقة والزراعة المستمرة للحنطة على مدار السنة توفر جسراً أخضر لبقاء الخصوبة. والبيئة من مرتفعات شرق أفريقيا تمكن أعداداً كبيرة من مقاومات الصدأ على الاستمرار على مدار السنة وهذا الوضع يساهم في التعامل مع مشكلة تطور أصناف الفسيولوجية الجديدة. في الواقع، إن شرق أفريقيا معروفة لكونها بقعة ساخنة لأصل الأجناس الفتاكة الجديدة للصدأ (سينغ وآخرون ، 2006). في 2006، و المتبادل المقاوم الصدأ يوجي 99 الذي تم إضافته في الجينات المقاومة الصدأ إس آر 24 قد زاد ضعف الحنطة لإستئصال الصدأ حول العالم (في مكان آخر ، 2008).

وفي الآونة الأخيرة، قد تم إنطلاق برنامج شرق أفريقيا تحت مبادرة الصدأ بورلاغ العالمية (بي جي آر أي) لتقليل مقياس ومجال أوبئة صدأ الجذع في كينيا وإثيوبيا ولضمان تلك الأشكال الفتاكة والخطيرة الجديدة تنشأ من هذه المنطقة التي لا تترك شرق أفريقيا. نظراً إلى ذلك، تم تصميم البرنامج الأفريقي الشرقي لمراقبة هجرة يوجي 99 المزيدة وبدائله وتسهيل فحص جرثومة بلازما الحنطة الدولية وفهم الأساس الجيني للمقاومة وخاصة النوع المتين وإجراء برامج تربية لدمج جينات المقاومة إلى جرثومة بلازما للإهتمام وتعزيز قدرة البرامج الوطنية في التربية لمقاومة الصدأ. هذا البحث يخص بفحص المرافق الحالية في كينيا وإثيوبيا والعمليات والفرص والتحديات لإدارة هذه البرامج.

عملية الفحص في معهد البحوث الزراعية في كينيا (كاري)

منذ 1960-70، قامت حكومة كندا بإستثمارات هامة في كيري نجورو لمراقبة ظهور أصناف الحبوب المقاومة الصدأ وتابعتها منظمة سي أي إم إي تي (CIMMYT) حتى التسعينيات، ثم تباطأ البحث و تدهورت المرافق والتسهيلات عند ما انتهى الحضور الدولي نتيجة لقيود مالية. ومع ذلك، إن الكشف عن يوجي 99 وأشكالها المختلفة وحدة جرثومها في أكثر الأصناف المزروعة حالياً في جميع أنحاء العالم، وإنطلاق بي جي آر أي قد أعاد كينيا إلى مركز بحث صدأ الحبوب الدولي لفحص وتربية القمح من البلازما الجرثومية المقاومة ليوجي 99. ونشاطات فحص كاري منسقة عبر فصلين (الفصل الرئيسي = يونيو/حزيران إلى أكتوبر/تشرين الأول وفي غير الموسم = نوفمبر/تشرين الثاني إلى أبريل/نيسان). واثنى عشر هكتاراً من الأراضي المروية كانت مخصصة للفحص الميداني (4 هكتارات المتاحة لاستيعاب الفصل الواحد لمدة 3 سنوات على التناوب) وإدارة أكثر من 20000 مدخل لكل فصل رئيسي. البلازما الجرثومية المقيمة تتضمن الحنطة الربيعية (بشكل رئيسي حنطة خبز و درم durum المحدودة) و حنطة الشتاء مغطية مواد التربية المتطورة، الأصلية ، والأصناف المحلية، وتخطيط الأصناف والبلازما الجرثومية التاريخية. وقد وضعت المداخل كمنط ظاهرية مزدوجة في صفوف 1 - إم - لتسهيل بناء الخصوبة وانتشار موحد داخل المشتل، مجموعات من الموزعات (خليط من مجرورماء سريع التأثير) قد زرعت مجاورة المداخل. والصفوف الموزعة تتلخخ إما عن طريق رشها مع خليط من مسحوق الطلق و urediniospores المحاقن أو التطعيم كما نص فيما كتبه ماكينتوش وآخرون (1995).

عملية الفحص في معهد إثيوبيا للبحوث الزراعية (EIAR)

بدأت إثيوبيا تدخل في بي جي آر أي في يناير/كانون الثاني 2005 عندما وصل صوت مذكرة الإنذار للدكتور نومان بورلاغ (Dr. Noman Borlaug) إلى إثيوبيا. وأدرك معهد إثيوبيا للبحوث الزراعية (EIAR) جدية ' الإنذار ' فقامت إثيوبيا بتأسيس بسرعة شديدة " قوة عمل مقاومة صدأ الجذع " التي ائتمنت بمراقبة وتقييم كيفية المرض في البلاد. منذ ذلك الحين، بدأت إثيوبيا فحص مواد الحنطة الدولية والوطنية بشدة. بالرغم من أن التركيز الرئيسي هو الصدأ، وتابع إي أيه آر طريقة شمولية لمراقبة وفحص جميع الأصناف الثلاثة. نشاطات فحص إي أي آر منسقة عبر فصلين (الرئيسي = يونيو/حزيران إلى نوفمبر/تشرين الثاني وفي غير الموسم = يناير/كانون الثاني إلى أبريل/نيسان) عبر كل مراكز البحوث الثلاثة، يعني أمبو (Ambo)، وديري- زيت (Debre-Zeit) وكلومسا (Kulumsa).

مركز البحوث لحماية النباتات بأمبو مسؤول عن تنسيق الإحصاء السنوي للصدأ وتحليل أصناف الصدأ. ويعتني مركز ديري- زيت بتربية المكوك وطباعة علامة الحنطة من طراز درم، وفحص مواد الحنطة الدولية، وفحص وإختبار تترابولانيدز البرى لمقاومة العشب الفاسدة (أبريل/نيسان).

الإجازات والفرص

مراكز الفحص في شرق أفريقيا قد أقام الفرص المرتبطة بالوسائل الشغالة في كينيا وإثيوبيا. وتبقى شرق أفريقيا منطقة وحيدة حيث يمكن إجراء الفحص الميداني حاليا استجابة لمقاومة يوجي99. الدول المنتجة للحنطة في جميع أنحاء العالم شاركت في اختبار ردود فعل الحنطة (في أكثر من 70000 مراكز البحوث) في كل من المواسم الرئيسية وغير المواسم في كينيا وإثيوبيا منذ عام 2005 وحالة المقاومة لهذه الخطوط منذ ذلك الحين موثقة توثيقا جيدا. و هذا الجهد حدد ضعف الحنطة العالمية المتعلق بـ يوجي99 وأيضا تم تحديد فعالية جينات مقاومة صدأ الجذع المعروفة ضدّ يوجي99. وبدأ التقدّم الجيد في تمييز المصادر المتنوعة لمقاومة يوجي99 وأشكالها المختلفة من البلازما الجرثومية الدولية بما فيها جين إيه بي آر الصغير الذي له سمعة المتانة. وانتشار الحنطة الناتجة العالية بالمقاومة المتينة في البلدان المختلفة في طريق هجرة يوجي99 يجب أن تخفض أخطار الأوبئة وتطورها الإضافي. تم توزيع أكثر من 300 مجموعات من ثلاثة أصناف مقاومة الصدأ في المشاتل وأمكنة تربية النباتات (إس آر إس إن-1، و إس آر إس إن-2، و إس آر إس إن-3) أو تحت عملية التوزيع. تم تحديد بعض خطوط جيدة جدا بالميزات الزراعية والمقاومة لـ يوجي99 وأشكالها المختلفة ويجري مزيد من التقييم / الاختبارات لإطلاقها وتسجيلها.

التحديات والاحتياجات

تشغيل المرافق الحيوية في شرق أفريقيا كاملا يتطلب استثمارات في هذا الميدان، وإنشاء الدفيئة، والمختبرات والمرافق والمعدات، فضلا عن الدعم التشغيلي للبعثة مخصصة للفرق الوطنية والدولية من العلماء. حاليا هذه الوسائل مدعومة من قبل بي جي آر أي، لكن من الضروري أن يضمن التمويل طويل المدى للإستمرارية والإلتزام إلى الجهود العالمية لإستقرار خسائر المحصول عن طريق التربية أصناف الحنطة المقاومة الصدأ يوجي99. أهداف BGRI والتعاون مع عناصر القطاع العام NARS، من حيث المبدأ، لا تخضع لرسم الفحص. ومع ذلك، أن هناك حاجة إلى وضع رسوم لموديلات الخدمات لشركات القطاع الخاص والبلدان الصناعية لفحص البلازما الجرثومية التي سوف تدعم أنشطة المرافق في الرد وسوف توفر ضمان الجودة للبيانات المتوفرة. وهناك مجال مفتوح لتحسين بروتوكولات عملية الربيعية للحنطة الشتوية، ولكن تحتاج إلى مزيد من الصقل للنتائج المطلقة. وهناك مجال مفتوح للتحسين المزيد من البروتوكولات والتعليمات لإستيراد البذرة والري واستخدام الأرض، وكفاءة الفحص، وتوزيع البيانات وتسليمها.

الرؤية

حماية الحنطة العالمية من خلال تطوير أصناف مقاومة الصدأ يوجي99 بشكل دائم لا يمكن تحقيقه بدون الإستمرار وتوسع البحوث التعاونية التي تم إجرائها في الآونة الأخيرة في شرق أفريقيا. لا التربية التقليدية ولا التربية الجزيئية ولا أيّ نشاط آخر الذي يعتمد على الفحص الميداني الدقيق يمكن أن يكون ناجحا بدون هذه التعاونات والمرافق الحرجة الضرورية والحيوية. على أية حال، إذا كانت هذه الجهود مستمرة خلال العام الواحد القادم ستكون المرافق الحيوية في كينيا وإثيوبيا مكونات مقدره عالية لجهود عالمي متكامل لتقليل التأثيرات المربكة للصدأ على إنتاج الحنطة العالمي وأمن الغذاء. في خمس سنوات أخرى، تحمل أصناف الحنطة مقاومة الصدأ المتينة التي اختيرت في هذه المرافق الحرجة ستدافع عن إنتاج الحنطة العالمي. وبحلول2020، سيتم تحديد الأصناف بمصادر جديدة من الأنواع المقاومة المتينة وسوف يتم اختيارها وزراعتها عالميا.

موقع الصدأ العالمي

لمزيد من المعلومات عن عمليات مرافق فحص الصدأ في شرق أفريقيا، يرجى زيارة موقعنا www.globalrust.org

المراجع

جين وآخرون. 2008. مكافحة الأمراض النباتية 92: 923-926.

ماكينتوش وآخرون. 1995. صدأ الحنطة: أطلس الجينات المقاومة. سي إس آي آر أو، أستراليا. ص 200.

سينغ وآخرون. 2006. استعراضات للكومنولث 1 (رقم 054)، ص 13.

اكتشاف الجينات، و تنوعها، والمعلّمت الجزيئية لمقاومة صدأ الساق في القمح

إيفانز لاغوداه

صناعة النباتات التابعة لـ CSIRO، صندوق البريد العام 1600، كانبيررا، ACT، أستراليا

الجينات المقاومة للصدأ

لقد تأسست المقاومة الجينية لصدأ الساق في القمح (*Puccinia graminis* f. *tritici*) إلى حد كبير على نوعين من المقاومة؛ مقاومة الشتلات والنباتات البالغة. جينات مقاومة الشتلات (التي تعمل أيضا في مرحلة النبات البالغ)، وتعرف أيضا بالجينات الكبيرة التي عادة ما تعطي مقاومة قوية ولكن ليس لجميع سلالات الصدأ. إن Sr31 هو مثال جيد على ذلك. مقاومة النباتات البالغة (APR) أو مقاومة ما بعد التشتيل كثيرا ما توفر استجابة المقاومة الجزيئية وتميل إلى أن تكون غير مخصصة بالسلالة. بعض جينات مقاومة النباتات البالغة قد وصفت بكونها "بطيئة الصدأ"، نظرا لأطول فترة الكمون من ظهور العدوى إلى التطور الكامل لوباء الصدأ أو التبوغ. ومن بين 46 جينة مفهومة لمقاومة الصدأ في القمح تقع واحدة منها فقط SR2، في فئة مقاومة النباتات البالغة. البعض الآخر من جينات مقاومة النباتات البالغة وصفت بانها تحمل المقاومة لصدأ الورقة والصدأ المخطط التي يسببها *Puccinia striiformis* و *Puccinia triticina*.

وقد تم استنساخ جينة مقاومة النبات الواحدة لصدأ الساق حتى الآن، وهي جينة Rpg1 للشعير التي تشفر "كيناز" البروتين. وهناك عدد قليل من جينات المقاومة لصدأ الورقة في الشتلات التي تم استنساخها في القمح وغيره من الحبوب، وهي في الغالب من فئة NB-LRR من جينات المقاومة الكبيرة التي يجري دراستها على نطاق واسع في نظام صدأ الكتان [1,2]. البحوث التي أجريت في CSIRO من قبل إيليس دودس، ولورانس وزملائهما على النظام النموذجي لصدأ الكتان-الكتان قد أظهرت أنه خلال الإصابة بعدوى الصدأ، يفرز الصدأ عددا من مختلف البروتينات (المستجيبات) إلى الخلايا النباتية. و من الأرجح أن تشارك الكثير من هذه البروتينات في تثليم المناعة الطبيعية للنباتات المضيفة. جينات مقاومة الصدأ من نوع الشتلات-NB LRR، الشفرة لمتقبلات البروتينات التي يطلق عليها بروتينات المقاومة الموجودة داخل الخلايا النباتية تكشف وتنقل على بروتينات الصدأ المفترزة التي تثير نوعا من الاستجابة المناعية المرتبطة بموت الخلية المحلية في موقع دخول الكائنات الممرضة.

لم يكن هناك شيء معروف عن الأساس الجزيئي لجينات مقاومة النباتات البالغة البطيئة الصدأ حتى الاستنساخ مؤخرا لجينات الصدأ المخطط وصدأ الورقة 34/Yr18 و Yr36. طبيعة هذه جينات مقاومة النباتات البالغة مختلفة تماما من بروتينات مقاومة الشتلات ولذلك يكون أسب لاستغلال آليات مختلفة داخل جهاز المناعة الفطرية للقمح في إطار الجهود الرامية إلى تطوير مقاومة الصدأ الأكثر دواما. يجري إحراز تقدم ممتاز نحو استنساخ SR2 من قبل ديليو سبيل مير، وآر ماغو وزملاؤهما في CSIRO.

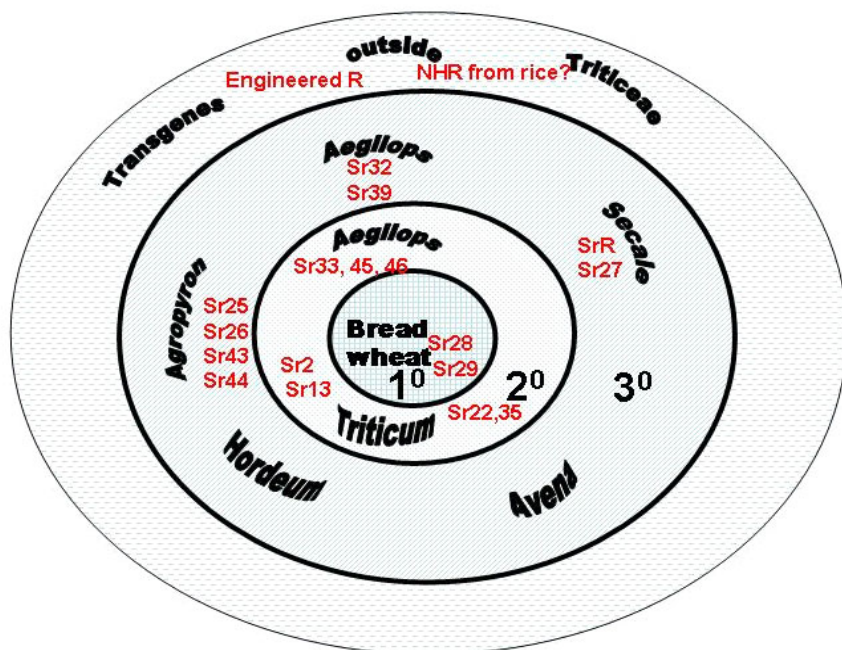
وفي حين أن عددا من جينات مقاومة الشتلات الفعالة ضد الصدأ Ug99 قد تم تحديدها، فإن البحث عن جينات مقاومة النباتات البالغة ايه بي آر (APR) الإضافية الأخرى لاستكمال SR2، ستكون محورية في استراتيجيات لضمان المقاومة الدائمة للصدأ [3]. الأمثلة الناجحة لمثل هذا النهج قد تم اعتمادها بالنسبة لصدأ الورقة والصدأ المخطط في القمح. فعلى سبيل المثال، إن التأثيرات التراكمية / المضافة لـ Lr34 و 3-4 وهي الجينات الإضافية البطيئة الصدأ، تتسبب في مستويات عالية من المقاومة القابلة للمقارنة بالمناعة وبشكل الأساس للمقاومة الدائمة لصدأ الورقة والصدأ الأصفر في البلازما الجرثومية لقمح الربيع التي طورها "سيميت" [3] CIMMYT.

التنوع الجيني لجينات مقاومة الصدأ من مجموعة جينات القمح

يجري حاليا اتخاذ منهج متعدد الجوانب في البحث عن جينات مقاومة الشتلات والنباتات البالغة الفعالة ضد صدأ الساق Ug99 ومشتقاته وذلك من قبل البرنامج الأسترالي لمكافحة الصدأ في الحبوب و مشروع كورنيل للمقاومة الدائمة للصدأ في القمح. وقد تم استهداف كامل مجموعة الجينات من الابتدائية والثانوية والثالثية للقمح وذلك لإثراء التنوع الجيني لمقاومة صدأ الساق. و من بين قائمة جينات مقاومة صدأ الساق الحالية المفهومة الفعالة ضد Ug99، يوجد معظمها في مجموعة الجينات الثانوية والثالثية (الشكل 1). تحتضن سلالات قمح الخبز الكثير من الوعود في الكشف عن جينات مقاومة صدأ الساق الإضافية داخل مجموعة الجينات الابتدائية [4] وأيضا هي مصدر محتمل لجينات APR غير المميزة.

إن انتشار سلالة صدأ الساق Ug99 إلى إيران حاليا يتيح الفرص لاستغلال جينات APR لمقاومة صدأ الساق التي ظلت غير مستغلة حتى الآن والتي من المحتمل أن تكون موجودة في مصا در مجموعة الجينات الثانوية لـ *Aegilops tauschii*، وهي أصل الجينوم "D" من القمح. وقد ظهر من الدراسات الاستقصائية لأكثر من 200 عينة من *Aegilops tauschii* للكشف عن مقاومة صدأ الساق في الشتلات أن غالبية المقاومة في الشتلات اقتصر على الأنماط الجينية الموجودة في منطقة بحر قزوين (لاغوداه إي اس و ماكينتوش آر ايه). أيدبت ملاحظات مماثلة في دراسات عن مقاومة صدأ الورقة في الشتلات التي قام بإجرائها بي اس غيل و زملائه في جامعة ولاية كانساس. كانت الدراسات الأكثر أهمية من دراسات مقاومة صدأ الورقة هي

أنه وجد أن نسبة كبيرة من الأنماط الجينية الحساسة للشتلات تملك جينات APR لمقاومة صدأ الورقة. وإذا أمكن تظاهر هذه الملاحظات حول APR بالنسبة لصدأ الساق في إيران حيث تقع بعض الأشكال المتنوعة لـ *Aegilops tauschii* ، فإن ذلك سوف يتمثل كمصدر متنوع وجديد لمقاومة صدأ الساق في النباتات البالغة من أجل تحسين القمح. إضافة إلى ذلك، فإن التحليل الجيني لمقاومة صدأ الساق في النباتات البالغة لـ *Aegilops tauschii* لا يمكن دحضه بالجينومات المتشكلة الأخرى ويمكن نقل الجينات عن طريق إعادة تآليف تماثل بسيط في قمح الخبز.



الشكل 1 : مجموعة الجينات الكلية (الابتدائية - 1، الثانوية 2، الثلاثية 3) التي تغطي *Triticeae* genera (أنواع *Triticum* ، *Aegilops* ، *Hordeum* و *Agropyron sensu lato* ، *Secale*)، المتاحة لقمح الخبز الذي يمكن أن يؤخذ منها الجينات الفعالة للمقاومة ضد صدأ الساق Ug99. المقاومة غير المضيفة (NHR) من الأرز هي المصادر المحتملة لنقل المناعة للصدأ في القمح وراء أقارب القمح من المجموعة الثلاثية من الجينات.

تكوين الجينات من خلال معلمات المربين

إن مجموعة متنوعة من نظم المعلمات الجزيئية متوفرة حالياً لتحليل مناطق القمح الجينومية التي تحتوي على جينات مقاومة الصدأ المستهدفة. وبالإضافة إلى معلمات الحمض النووي العشوائية في الجينوم كله، فإن معلمات المرض التي تستهدف متناظرات الجينات ذات المقاومة للمرض (RGAs) المتأسسة على جينات NB-LRR توفر نقاط الدخول لعزل الجينات المرشحة التي تنفصل بالاشتراك مع المظاهر الوراثية ذات المقاومة لصدأ الساق. المعلمات المتأسسة على RGA يمكن استخدامها أيضاً كأداة لتعدين الأليل بالنسبة لـ محال جينة R البسيطة والمركبة ويمكن مقارنتها ضد خصوصيات المقاومة داخل القمح ومجموعتها الجينية الأوسع. الموارد المتزايدة من الخرائط المادية المتولدة من مكتبات مخصوصة بكروموسوم القمح من عينات BAC، ومن الموارد المقارنة الجينومية المأخوذة من نموذج من الأعشاب مثل الأرز و *Brachypodium* هي تقوم بتسريع عملية تحديد أهداف جينات المقاومة.

لا يزال التحدي الرئيسي يتمثل في تحديد المعلمات المترابطة بإحكام للمقاومة الفعالة لصدأ الساق التي يمكن استخدامها في مختلف أوضاع الأصناف المزروعة من القمح ؛ نشير إلى هذه الفئة من المعلمات بوصفها "المعلمات للمربين". وعلى المدى القصير، فإن الطريقة للحصول على مقاومة فعالة ودائمة ضد صدأ الساق Ug99 هي تكويم جينات المقاومة المتعددة معا في مجموعة واحدة. هذه ليست دائما عملية سهلة، ولكن من خلال الجمع بين مختلف جينات مقاومة الصدأ باستخدام معلمات الحمض النووي للمربين، فإنه يكون بإمكاننا الآن تجميع أية مجموعة من هذه الجينات في أي صنف من القمح بدقة عن طريق التربية التقليدية.

الإعترافات

تجري أنشطة البحث الحالية بدعم من المنح التي قدمها المركز الاستراتيجي للبحوث الزراعية الدولية (ACIAR)، ومؤسسة البحوث في الحبوب وتطويرها (GRDC) ومشروع كورنيل للمقاومة الدائمة للصدأ في القمح.

References

- Ellis JG, Dodds PN, and Lawrence GJ: Flax rust resistance gene specificity is based on direct resistance-avirulence protein interactions. *Annu Rev Phytopathol* 2007, 45: 289-306.
- Ayliffe, Michael; Singh, Ravi; Lagudah, Evans (2008) Durable resistance to wheat stem rust needed. *Current Opinion in Plant Biology* 11: 187-192
- Singh RP, Hodson DP, Jin Y, Huerta-Espino J, Kinyua MG, Wanyera R, Njau P, Ward RW: Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 2006, 1: 1-13.
- Bonman, J.M., Bockelman, H.E., Jin, Y., Hijmans, R.J. and Gironella, A.I.N. 2007 Geographic distribution of stem rust resistance in wheat landraces. *Crop Sci.* 47: 1955-1963.

نشر الجينات : التجربة الهندية

ايم براسار، ايس سي بهاردواج، ايس ك جين، وائي بي شرما و بي مشرا
دي دبليو أرمحة المحطة المحلية- فلور ديل- شمله - الهند

نشر الجينات هي استخدام استراتيجي للجينات المقاومة علي مدي مساحة واسعة للحد من خطر انتشار الأوبئة. هناك طرق الأخرى وجميعها لها "نقاط مريحة علي طول نقاط عديدة لنشر الجينات المقاومة لخلق التنوع ولكنها أيا منها لا تتميز من الاستمرارية". ولقد قام الباحثون في الماضي بتقديم عدد من الاتجاهات مثل التنوع بداخل الميدان والتنوع الميداني والنشر المحلي للجينات المقاومة والتنوع الزمني.

المقاومة والتنوع الزمني غير أننا نود أن نتبادل وجهات نظرنا حول بعض من المكونات الرئيسية مثل النشر المحلي للجينات فيما يتعلق بصدأ القمح في البلاد. في الهند، على غرار العديد من برامج القمح في العالم، قد استخدمت جينات المقاومة ضد صدأ القمح علي سواء في كل من الجيل المحدد والنباتات الكبيرة. المعلومات التالية سوف تتعامل باستخدام هذا الاتجاه وأثره علي مكافحة صدأ القمح.

الأمريكية وكندا إذا كان نفس وقد تم اقتراح المقاومة لمكافحة الصدأ في قمح الربيع في السهول الكبرى من الولايات المتحدة الجينات لم تستخدم في الجنوب. وكما تم اقتراح مكرسا لدرج بوسينيا في صدأ تاج الشوفان بنشر المقاومات المختلفة من الاجيال المحددة في ثلاث من المناطق الجغرافية المختلفة في امريكا الشمالية. والهدف الأساسي من هذه الاستراتيجية هو خلق الجيل الجديد في البلد المضيف إمامن خلال التنوع بداخل الميدان أو التنوع الميداني. وكل من هذه المقترحات كانت مبنية علي أساس المنطق أن جرثومة الصدأ المنتجة في مجال واحد من شأنه أن يكون سامة للمحاصيل في الحقول الأخرى حيث انه يتم نشر الجينات المختلفة للمقاومة.

في الهند، تشمل برنامج تحسين القمح علي الأنشطة المتنوعة التي تهدف إلى مكافحة صدأ القمح و تطوير القمح من النوع الأفضل. وهذه الأنشطة تشمل المسح الإراضي والتقييم للبلازما الجرثومية لمقاومة الصدأ. تقييم المقاومة في الخطوط قبل التربية تحقق من خلال فحص مكثفة للصدأ باستخدام

أخبث المواد السامة. وفي صورة غير مباشرة، قد حقق هذا الفحص بايجاد المقاومات المختلفة للصدأ في القمح الهندي. وهذه الأنشطة المركزة قد أثبتت قوة لهذا النظام في الماضي ونأمل من شأنه أن يساعدنا في المستقبل أيضا. وقد قدم الاقتراح ببرامج نشر الجينات الهادفة الي منع انتشار الصدأ علي النطاق الواسع في الهند أيضا. وفي اول خطوة جري توضيح وتحديد ثلاثة مجالات مختلفة للصدأ في الأوراق وكانت مبنية علي انتشار الامراض المختلفة في المناطق المختلفة. واقتراح بأن هذه المناطق الثلاثة المختلفة ينبغي أن يزرع فيها الجينات المختلفة المقاومة للصدأ. بالطبع، قد يكون استخدام المجموعات المختلفة من الجينات منطقيا لمنع تطور الجيل الا عظم. وفي وقت لاحق، قسمت هذه المناطق إلى ست مناطق متميزة علي أساس المناخ الزراعية والظروف المناخية وانتشار الامراض المختلفة. انها قد اشارت بوضوح بان تحديد هذه المناطق كانت مؤقتة وكان من المحتمل أن يتغير مع تطور من الظروف الجديدة.

من أجل ان تكون نشر الجينات فعالة، هناك معلومات عن بعض من المجالات الرئيسية:

- مثل المسح الإراضي في داخل البلاد

- المعلومات عن مقدار فوعة الامراض الخارجية

- ويجب الحصول علي الدراسات الوبائية وتوفيرها

المساحات الأمراضية تشكل جزءا لا يتجزأ من هذه الاستراتيجية. مثل هذه المساحات مازالت سارية المفعول في البلاد منذ عام 1930. مع المعلومات المتاحة حاليا من هذه المساحات أصبح من الممكن تتبع تطور من صدأ هذا القمح منذ أول الاكتشاف به. وخلال عام 1930 قد بدأ زراعة القمح الطويل في الهند. قد بدأ العمل المتواصل علي تربية القمح باختيار الخط النقي وتهجين مصادر المقاومة عن طريق بدأ مسلسلات ايبين بي. وفي هذا الوقت تم اكتشاف فوعة المرض علي قمح ايبين كورن، فرنال، خا بلي و كوته. واول المعزولات كانت من فوعة 9 دي و 9 جي. ومن المثير للاهتمام أن نرى بان كلا من المتبقيات بما فيها التي تطورت اخير البقت هذه السمة المميزة. وبا التناقض للجرثومة الاخرى مثل ايس آر 9 اي قد وجد هناك سلوك مختلف منذ الاكتشاف الاول. وخلال الفترة الثانية تم تغريس المقاومة من ايس آر 11 (غيبورديلي) والمقاومة الاخرى. وتم الاعتراض حينئذ علي كثير من الفيروسات الحية كما تم الاكتشاف بالاجيال الجديدة للفوعة في ايس آر 30 (منانا وفستي كوي). وقد لوحظ مزيد من التباين داخل هذه الاجيال بعد تغريس ايس آر 11. والتعريف بالقمح القصير التي اشارت الي التباين المزيد ولكنها لم تحدث تغيير كبير هناك. ومن المهم ان بعضا من هذه التغييرات يمكن أن تكون إما ذات الصلة من المضيف حين أن

البعض الآخر لا يمكن أن تكون لها صلة من المضيف. ومن التغييرات الكبيرة والمعنية في صدأ الجذور كانتا اكتشاف الفوعة ايس آر 24 وايس آر 25 التي قد أثرت علي استراتيجيتنا التربوية حتي ضد يو جي 99 . من أجل فعالية نشر الجينات فمن الضروري جدا التأكد بدور التلقيح الخارجي. انهيار المقاومة في كلبان سونا، سونا ليكا وواي آر 9 ضد الصدأ الشريطي قد وجد أثارها في افريقيا الشرقية، تركيا، السورية واليران والباكستان. وهناك تحديدا اخري ايضا وهي التنبؤات للهجرة علي المسار المتماثل ليو جي 99 . ولذلك سيكون من الاهمية جدا بالنسبة لنا المعرفة بالخصائص المميزة لهذه الفوعات التي ربما تدخل في بلادنا. الدراسات الوبائية من هذا الصدأ في الهند قد اثبتت بدور من مصدر المناطق لنشر الصدأ. وحيث اننا نعقد المؤتمر علي يو جي 99 سيكون من المناسب إلقاء النظر على هذا الصدأ في القمح. البقاء ونشر هذا الصدأ هو عنصر رئيسي يتطلب التقييم لجعل استراتيجية النشر ناجحا. وقد اظهرت الدراسات السابقة ان تلال نيلغيري و بالني في الجنوب تلعب دورا كبيرا لهذا الصدأ. والتلقيح من هذه التلال تنتشر وتصل الي وسط الهند تبعا لأنماط الطقس وهطول الأمطار. وهناك محور آخر العدوى تلال كراتاكا حيث تزرع القمح كمحصول الصيف. هذا الصدأ قادرة على البقاء على قيد الحياة في هذه المناطق الجبلية لوجود القمح المحلي المتضررة حيث ان اصابة التعفن وبائية تقريبا في هذه هناك. علي سبيل المثال قد تم اكتشاف ثلاثة المناطق. ورغم أن المساحة المزروعة للقمح صغير جدا ولكنه قد لوحظ تبائن كبير تبائن خلال خمس سنوات في هذه المناطق. هناك حاجة للتأكد بان

بان هذا الانتشار المركز سيكون له دورا فعالا للامد البعيد. ان انتشار صدأ الساق هي اكثر شيوعا في تلال كراتاكا مما يظهر. وحيث انتشار التلقيح من تلال نيلغيري، ولو انه ممكن بل امكانيته ضئيلة جدا. وفي شمال البلاد، جبال نيبال الوسطي مهمة جدا لصدأ الساق حيث انها قد انتشرت اولا في قدم الجبال والسهول عبر الحدود النيبالية بولاية اتر برديش الهندية. ومن هناك تنتشر في الحقول الواقعة في شمالي الهند وانها تنتشر في ختام موسم زرع المحاصيل لان البرودة في الجبال الشمالية تؤجل او تعوق الانتشار العاجل لتعفن الصدأ. الجبال العليا في شمال الهند، ولوانها تنشر تعفن صدأ الساق في المحاصيل التلوية والقمح الناتج بعد الموسم ولكنها لا تلعب دورا في انتشار الامراض الوبائية في شمال الهند. ويقال بانه لاجل الانخفاض المتواصل في درجة الحرارة سيكون صدأ الساق منحصرا في موسم الصيف وبذلك لا يحتمل انتشار الوباء من هذه التلال. ولو ان المناطق الجبلية في شمال الهند يعتبر منطقة غير فعالة لانتشار صدأ الساق ولكن بعض الملاحظات لا يمكن توضيحها علي هذا المنطق. علي سبيل المثال يقال ان هذه التلال منطقة فعالة لانتشار الاوبئة المحلية لصدأ الساق في سانجور بولاية راجستهان خلال موسم المحاصيل لعام 74- 1973 . وقد وضحت بان انتشار وباء الصدأ من الجبال الشمالية كانت مسؤولة لهذا الانتشار التي تدهورت مزيدا في المحاصيل المزروعة مبكرا اي في شهر اغسطس و سبتمبر. ولا شك انه يمكن انتشار هذا الصدأ من هذه المناطق ولكن درجة الحرارة السائدة فيها تعوق هذا الانتشار. وقد حدثت هناك تغييرات كثيرة منذ تقديم هذه الايضاحات. الفلاحون يرجحون اليوم نوع القمح نوالمة القصيرة لجلب المنفعة الكبرى من محاصيل القمح والارز المتتابع في سهول نهر غنغا الهندية. وحدثت هناك تغييرات كبيرة منذ ذلك الوقت. وكذلك حدثت هناك تغييرات كبيرة في زراعة القمح ايضا. وبذلك نحتاج الي فكر جديد في بعض هذه الملاحظات لانه لا يوجد اي ايضاح عن بعض الفجوات الموجودة فيها. وبذلك لا بد لنا اعادة النظر في الملاحظات المذكورة قبل نشر الجينات في المستقبل.

تصنيف المعلومات المذكورة باعلاه تكشف عن رسم بعض الحدود للتوصية باستخدام الجينات المختلفة في الاماكن المختلفة. وقد تم استخدام المعلومات المستنبطة من هذه الانشطة في الماضي وقد استفيد بها في زراعة القمح المقاوم للصدأ في البلاد. بعض الدراسات الخاصة بالموضوع يثبت بان هذه الاستراتيجية كانت نافعة جدا لانها لم نلاحظ قضية الصدأ في البلاد منذ عقدين ماضيين.

وكان النشر الناجح، ولو بدون القصد بها، لمقاومة صدأ الزراعة الواسعة لقمح ايج دي 2189 في القارة الهندية. وفي الوقت الحاضر هذه المزروعات مقاومة لفوعة صدأ الساق. والنوع الثاني ايس آر 31 (دي دليو آر 162) تزرع في ولاية كراتاكا لهذه المنطقة وانها ايضا مقاوم للصدأ. وبالتلقيح الناتج من كراتاكا و نيلغيري لا يستطيع ان يكون اضعافا مضاعفا لانها تنزل في الجينات المقاومة.

وبالنتيجة تلقت هناك رواج ثلاث زراعة شعبية في المنطقة الوسطي باسم لوك 1 ، سجاتا و جليو ايج 147 ولو انها محتملة ولكنها مأمونة من التلقيح المتنقل.

وقد كشفت دراساتنا مزيدا بان وجود الامراض في المناطق المختصة قد تتأثر بالمناطق المضيفة وبالظروف المناخية السائدة. ويمكن استخدام هذه الخبرة لتشريع الجينات. والمتبقيات من صدأ الساق قد وجدت خلال العقد الماضي في اين كورن، كوتا و ريلاننس. وتوجد هذه المواد في الطبيعة. واخيرا، قد اكتشفت المساحات بان نشر بعض الجينات مع الجينات الاخرى مثل ايس آر 13 و ايس آر 30 قد تقلصت وليست الآن منتشرة في الطبيعة. ولذلك كل من هاتين الجينيتين مع الجينات الاخرى مثل ايس آر 32، 35، 39 و 43 يمكن استخدامها بالسهولة في شبه الجزيرة الهندية والهند الوسطي. وكذلك فوعة ايس آر 24 التي تم اكتشافها في ولغتون لم تزل محدودة في هذه المنطقة منذ اكثر من عشرين سنوات. وحتى في منطقة نيلغيري هذه الصدأ لم يكن غالبة لحيث ذلك. وبذلك يمكن استخدام هذه الجينات في المناطق التي لم يكتشف فيها هذه الفوعات او هاجرت اليها. قد جاءت الملاحظات المتماثلة عن الصدأ الاسمر. وبذلك يمكن وضع الحد علي تطور مرض الصدأ البوائية في البلاد باتخاذ الخطوات المتماثلة. وقضية اخرى من النجاح الذي يجدر الاشارة اليها هي قضية الصدأ الشريطي في منطقة السهول الشمالية الغربية. وتاريخيا كانت هناك رواج زراعة القمح القصيرة من نوع وائي آر 2 (قمح من نوع كليان سونا-8156) المتتابع من نوع وائي آر 2 + ايه (قمح سونا ليكا). وحينما اصبحت سونا ليكا متعرضة للخطر في هذه المنطقة قد تم تسريح الجينات الاخرى وائي آر 2 + ايه والجينات الاضافية (ايج دي 2329). وبعد ذلك تم اكتشاف الفوعة وائي آر 9 التي تنقلت من آسيا الوسطى في عام 2001. ولكن قبل ان ينتهي الامر الي خسارة المحاصيل تم تسريح المقاوم (ايج دي 2329). والمساحات الامراضية تؤكد الآن بوجود الانواع المختلفة من المقاومات في الحقول للزراعة. ولكنه قد وجدنا التعفن الكثيف من نوع وائي آر 9 في الدول المجاورة حيث لا تمارس نشر الجينات او تبديلها.

واختباري ب دلبو 343 وقت انتشار فوعة وائي آر 9 ثبت ناجحا جدا حيث وجد مقاوما. والآن فوعة بي ب دلبو 343 موجودة في الطبيعة ولكنها توجل او تعوق الصدأ وقابلة للاحتمال في الحقول. حيث المزروعات الاخرى من نوع وائي آر 9 مثل يو بي 2338 و ايج ايس 240 قابلة للتعرض من صدأ الشريط وبذلك يجري اخراجها تدريجيا من حقول الفلاحين او تحتوي علي جزء صغير من الاراضي.

مع الهداية من الجهود الماضية ان التهديدات من يوجي 99 قد تلقت معالجتها من نفس الحماسة عن طريق المبادرات الاستراتيجية مثل تقييم القمح الهندي في كينيا ضد يوجي 99 و تربية المقاومة. و بفضل هذه الجهود والخبرة من المساحات والانشطة التربوية نحن واثقين باننا قادرين للاحتفاظ علي محاصيلنا ضد يوجي 99 وذلك بنشر المزروعات المقاومة.

المؤتمر الدولي حول
الصدأ يوجي 99 في القمح - تهديد للأمن الغذائي
6-8 تشرين الثاني / نوفمبر 2008 نيودلهي، الهند

إنتاج بذرة من أصناف مقاومة الصدأ يوجي 99
توم أوسبورن، منظمة الأغذية والزراعة

المقدمة

إن الصدأ يوجي 99 يشكل تهديدا خطيرا لإنتاج القمح العالمي. وتطوير أصناف مقاومة، ونظم المراقبة واستراتيجيات فعالة لحماية النباتات هي عنصر هام من الاستراتيجيات التي ينبغي تنفيذها على وجه السرعة لقمع صدأ الحنطة. ولكن على نحو فعال لمجابهة تهديد الصدأ يوجي 99، فلا بد أن تصل مجموعة من الأصناف المقاومة إلى أيدي المزارعين بسرعة في المناطق المعرضة للخطر. العناصر الرئيسية في توزيع سريع أصناف مقاومة الصدأ يوجي 99 للمزارعين تشمل ما يلي:

1. التخطيط الفعال (التخطيط لحالات الطوارئ ذات الصلة لإنتاج البذور)
2. والتقييم السريع لأصناف البذور وتوزيعها (عادة يتطلب عدة مواسم)
3. تكاثر البذور بسرعة (من الهدف المبدئي من البذور بنسبة 10 ٪ من المنطقة المنتجة للقمح في كثير من البلدان لا يمكن تحقيقه إلا في عدة سنوات)
4. التوعية عن الأصناف وتوزيع البذور للمزارعين (بنشاطات مستمرة).

بيان العناصر الرئيسية

1. التخطيط الفعال (التخطيط للطوارئ)

التخطيط للطوارئ لإنتاج البذور هي الجزء الأكبر من التخطيط لحالات الطوارئ التي لا بد منها لتخفيض تهديدات الصدأ يوجي 99. التخطيط الفعال يتطلب إشراك جميع أصحاب المصلحة بما فيها الخدمة الوطنية لحماية النباتات، ومربي النباتات من معاهد البحوث الزراعية، وقطاع البذور (من القطاعين العام والخاص)، ومنظمات المزارعين، وخدمات إضافية أخرى. ولا بد حلقات العمل على المستوى الوطني، ومستوى المقاطعة / ومستوى الدولة، وعلى مستوى المناطق لإشراك أصحاب المصلحة لزيادة الوعي وتطوير خطط العمل التي تشمل الدور والمسؤوليات، والاحتياجات من الموظفين واللوازم والمعدات والاحتياجات من الأراضي مع بنية أساسية مناسبة للري بشكل فعال لمضاعفة البذور. ومن المتوقع أن تكون هناك مشاركة كبيرة من القطاع الخاص وشركات البذور وتنظيم المزارعين في عملية التخطيط لأن مستوى الجهود سوف يتطلب التزاما قويا من جميع أصحاب المصالحات. وعملية المشاركة سوف تبدأ مع حلقات العمل التي تشمل عدة التخصصات / ومجموعات من العمل المؤسسي وتطوير خطط عمل ليشتمل على العناصر المبينة أدناه.

2. تقييم الأصناف وإنتاجها السريع

بعد تأكيد عديد من قبل مربي النباتات والمزارعين بأنه قد تطورت أصناف المحاصيل وتم اختبارها، لا بد أن تمر الأصناف الجديدة بنظام تقييم الأصناف وإنتاجها قبل أن تضاعفت ويستخدمها المزارعون. ومن المتوقع أن يكون هناك عديد من خطوط أنواع الحنطة المقاومة الصدأ يوجي 99 التي أختيرت لمجموعة من المناطق الأيكولوجية الزراعية مع عدة خصائص العضوية من الجهود الدولية المبذولة لمقاومة يوجي 99. والبرامج الوطنية المكلفة والمسؤولية لعرض أصناف مقاومة الصدأ يوجي 99 قادرة أن تكون مصدرا لأكثر أصناف موعودة لتقييمها قبل الإنتاج واستخدامها في برامج التربية الوطنية لمقاومة يوجي 99. وكذلك من المتوقع أن تكون البلدان قادرة على إشراك ما تعدها من خطوط مقاومة الصدأ يوجي 99 من أجل التعجيل في عملية الاختبار وإنتاج مجموعة من أصناف القمح واسعة النطاق في مقاومة يوجي 99.

ومن المهم لأنظمة الوطنية لاختبار الأصناف أن تكون مربوطة بالقوة بمصادر المعلومات الدولية بشأن بيانات الأصناف وتعمل على نطاق واسع بموجب المناطق الأيكولوجية الزراعية. بالنظر إلى النطاق العالمي من المرض والأوبئة والحاجة إلى استجابة عالمية، ينبغي بذل الجهود للأخذ بنظر الاعتبار في سياسة لإنتاج أصناف بالاشتراك داخل المناطق أو إذا لم تكن هناك منطقة خاصة فيجب أن يكون له بند لاستثناء من شرط التسجيل الإلزامي أصناف القمح المقاومة الواردة من خارج المنطقة مماثلة مع الظروف الأيكولوجية الزراعية. التهديدات الخطيرات من يوجي 99 تعني أن تقييم الأصناف وإنتاجها يحتاج إلى تبسيط ذلك للعمل بكفاءة وفعالية ولكن في الوقت نفسه يتطلب القيام به في أقصر إطار زمني ممكن. وتقييم الأصناف وإنتاجها لا ينبغي أن تكون عنصرا في النظام إن كان بطئ الحصول على أصناف مقاومة الصدأ للمزارعين.

الأنشطة التالية ينبغي أن تؤخذ بنظر الاعتبار:

- تقييم النتائج العالمية بشأن يوجي 99 المتعلقة بإمكانية تربية المزرعوات بالإضافة إلى عدة تجربات محلية وتسجيل متنوع نظرا إلى تحديد الكيفية التي يمكن بها تعيين المعيار وتعيينها ما بين البلدان لتسهيل تبادل البيانات المتعلقة بالأصناف البلازما الجرثومية وكذلك تيسير إنتاج مشترك من أصناف مقاومة عبر المواقع الزراعية الأيكولوجية بغض النظر عن الحدود السياسية.
- واستنادا إلى تقييمات وطنية، لتعزيز وتبسيط عملية تحديد المواقع الوطنية وإنتاج تجريبي لأصناف مقاومة الآفات والأمراض الناجمة من يوجي 99.
- تحديد سياسة الاستعراض والتعزيز وإجراءات إنتاج الأصناف الوطنية.
- التأكيد من أنها تخاطب حماية الأصناف النباتية وقضايا حقوق الملكية الفكرية ذات الصلة بالأصناف المقاومة الصدا يوجي 99.

3. سرعة تكاثر البذور

مرة إذا تم تسجيل واحدة من أنواع القمح وطنيا أو إقليميا وتم الاستعداد لإنتاج الأصناف، فيجب اتخاذ استراتيجية وطنية في مكان محدود لتكاثر البذور وتوزيعها ذات النوعية المقاومة الصدا لتحل محل الأصناف المعرضة للخطر في مناطق عالية الخطر أو المناطق الساخنة. وهذا ليس مرة واحدة أو جهد على المدى القصير إذ من المتوقع أن مجموعة من أصناف مقاومة الصدا يوجي 99 سيتم إنتاجها بمرور الوقت في كلتا برامج التربية الوطنية والدولية. وبالإضافة إلى ذلك، لابد الحفاظ على تنوع أصناف القمح على أساس واسع الجينية لتجنب عن تهديدات أمراض محتملة أخرى أو انهيار المقاومة. كنقطة انطلاق، إن الهدف الأولي لسرعة تكاثر البذور هي 10 ٪ من منطقة إنتاج القمح. وفي معظم البلدان، يمكن تحقيق ذلك في الأجيال 3-4 (أنظر الجدول 2). الأهداف الفعلية السريع لتكاثر البذور يعتمد على التهديد الفعلي والمحتمل من يوجي 99 التي سوف يتم وضعها كجزء من التخطيط للطوارئ ونظام للمراقبة. والاستراتيجية الوطنية لتكاثر البذور السريع ستشمل أيضا المقاطعة / ومستوى الدولة ومستوى المقاطعة لأن معظم عملية تكاثر البذور تكتمل في المقاطعة أو على مستوى المحافظة. ورغم أن بعض البلدان المعرضة لخطر يوجي 99 بالفعل لديها نظام لتكاثر البذور، ويمكن إدخال التعديلات اللازمة لمواجهة الحاجة الملحة إلى سرعة تكاثر على نطاق واسع وتوزيع أصناف مقاومة يوجي 99، ولا سيما إلى المزارعين الصغار الأكثر ضعفا. والاضطرار يجب أن لايساوم في إنتاج البذور المصدقة بالنوعية الجيدة وهذا يتطلب دورا قويا للخدمة الوطنية للبذور و وكالات إصدار الشهادات ذات الصلة بالبذور أن يضمن التفقيش والاختبار وإصدار الشهادات للبذور. بعض البلدان قد تحتاج إلى تعزيز خدماتها لتصديق البذرة للقيام باستجابة هذا الطلب من خلال التدريب والدعم الأخرى. وبالإضافة إلى المدخلات والمعدات مثل الجرارات، والأدوات، والآلات الري، والحاصدات إلخ قد تكون لازمة لضمان أقصى قدر من الغلة التي يتم الحصول عليها من أوائل جيل تكاثر البذور. واستعراض للمعدات والتسهيلات لتخزين البذور وتكييف البذور (المعالجة) يجب أن يتم لضمان أن هذا العنصر لا يشكل قيودا على التكاثر السريع، والمعالجة وتوزيع البذور ذات النوعية العالية. والشراكة مع شركات البذور في القطاع الخاص قد تكون أسرع وأكثر فعالية من حيث التكاليف الاستراتيجية لمضاعفة البذور. ونظام جيد التنسيق لمضاعفة البذور بسرعة يتطلب لتحقيق النجاح شراكة فعالة ومستوى عال من التنسيق.

• جدول تكاثر البذور

الجدول 1 نسبة الزراعة من 100 كيلو غرام / هاكتار بالمحاصيل المختلفة
(3 تي / ها، 4 تي / ها و 6 تي / ها)

Generation	Qty of seed produced in Tons with different Seed Multiplication Ratio		
1:60	1:40	1:30	
0.05	0.05	0.05	كمية البذور الأولية
3.0 (0.5 هكتار)	2.0 (0.5 هكتار)	1.5 (0.5 هكتار)	الأولى
180 (30 هكتار)	80 (20 هكتار)	45 (15 هكتار)	الثانية
10,800 (1800 هكتار)	3,200 (800 هكتار)	1,350 (450 هكتار)	الثالثة
648000 (108,000 هكتار)	128,000 (32,000 هكتار)	40,500 (13,500 هكتار)	الرابعة
38,880,000 (648,0000 هكتار)	5,120,000 (128,0000 هكتار)	1,215,000 (405,000 هكتار)	الخامسة

(الأرقام الواردة بين قوسين تشير إلى المنطقة التي ستكون مطلوبة لإنتاج البذور من الجيل المعنية)

تقديم فكرة عن ترقيم أجيال الأصناف، والمنطقة المطلوبة لتكاثر البذور ومجال البذور يمكن أن تغطي على مختلف تكاثر العوامل المذكورة أعلاه، والجدول سوف يوفر بعض المعلومات الأساسية عن أنظمة مضاعفة البذور بدءاً من 50 كغ من نواة البذور. أهمية إنتاج البذور مكثفة عن طريق الممارسات الإدارية وإدارة المياه لتحقيق أعلى عوامل التكاثر تؤكد بناء الاستراتيجية لزيادة سرعة تكاثر البذور. وبالإضافة إلى ذلك المساحات الكبيرة لمضاعفة البذور اللازمة تقدم فكرة عن نطاق تكاثر البذور اللازمة من أجل التصدي لتهديدات الصداً يوجي 99.

الجدول 2 المنطقة الخاضعة لزراعة القمح، 10 % منطقة الهدف والمنطقة المشمولة % بعد 4 أجيال بعوامل الضرب 30 و 40 و 60

% منطقة التي ستغطي بعد 4 أجيال بعوامل الضرب التالية			بنسبة 10% من منطقة القمح	المنطقة الخاضعة لزراعة القمح	أسماء الدول	رقم التسلسل
1:60	1:40	1:30				
100	58.4	18.4	219,000	2,190,000	أفغانستان	1.
100	71.7	22.6	178,500	1,785,000	الجزائر	2.
-	-	100	11,330	113,300	أرمينيا	3.
-	100	83.4	48,699	486,990	أذربيجان	4.
-	100	50.3	80,500	805,000	بنجلاديش	5.
21.6	4.3	1.4	3,000,000	30,000,000	الصين	6.
-	100	35.6	113,900	1,139,000	مصر	7.
100	94.7	29.9	135,100	1,351,000	اثيوبيا	8.
-	-	100	6,100	61,000	جورجيا	9.
23.1	4.6	1.4	2,803,500	28,035,000	الهند	10.
100	20.0	6.3	640,000	6,400,000	ايران	11.
-	100	76.2	53,121	531,210	العراق	12.
-	-	100	3,000	30,000	الأردن	13.
-	-	100	15,000	150,000	كينيا	14.
-	-	100	35,450	354,500	قرغيزستان	15.
-	-	100	4,800	48,000	لبنان	16.
-	-	100	25,700	257,000	ليبيا	17.
-	85.3	27.0	150,000	1500,000	المغرب	18.
-	100	85.8	47,200	472,000	نيبال	19.
-	-	100	27.5	275	عمان	20.
76.3	15.1	4.8	849,400	8,494,000	باكستان	21.
-	100	87.7	46,200	462,000	المملكة العربية السعودية	22.
-	-	100	25,000	250,000	السودان	23.
100	69.18	21.9	185,000	1,850,000	سوريا	24.
-	-	100	33,000	330,000	طاجيكستان	25.
-	100	41.6	97,400	974,000	تونس	26.
75.3	14.9	4.7	860,000	8,600,000	تركيا	27.
-	-	100	1,100	11,000	أوغندا	28.
100	91.4	28.9	140,000	1400,000	أوزبكستان	29.
-	-	100	11,403	114,030	اليمن	30.

الجدول الثاني يركز على تقديم فكرة عن الكميات الدلالية من البذور التي قد تكون لازمة في كل بلد. ويتضمن هدف تجريبي من البذرة لتغطية 10 % من المنطقة الكلية في زراعة الحنطة. وبالإضافة إلى النسبة المئوية للمنطقة التي يمكن أن تشملها 4 جيل من إنتاج البذور للمضاعفة من عوامل 30 و 40 و 60 يدل على حاجة إلى افتراض إنتاج بذور القمح المركز من أجل تقليل الوقت للوصول إلى الكميات المستهدفة.

3.1 كيف يمكن تسريع عملية تكاثر البذور؟

- كثير من البلدان سوف تريد النظر في كيفية تسريع عملية تكاثر البذور. فيما يلي بعض الاستراتيجيات للنظر:
- يمكن بدأ تكاثر البذور قبل إنتاج البذور رسمياً حتى يمكن أن تبدأ مزيد من التكاثر بأكثر كمية من البذور.
- تخمينات تكاثر البذور كانت مستندة إلى كمية أولية من 50 كلف. وإذا كان أكبر كمية من البذور متاحة فيمكن التوصل إلى الكمية المستهدفة بسرعة أكثر.
- الإدارة الأولية المكثفة لتكاثر البذور يمكن ترفع عوامل التكاثر في الفترة من 30 إلى 50 أو أكثر. وهذا يتطلب إدارة المحاصيل ممتازة مثلاً إعداد سرير البذور، ودقة الزرع، ومكافحة الأعشاب الضارة، ومستويات عالية من خصوبة التربة، والري، ومكافحة الآفات، فضلاً عن الحصاد في الوقت المناسب. و يجب أن تكون إدارة خصوبة بالغ الدقة لمنع تنازل المحصول.
- بعض البلدان قادرة على إنتاج اثنتين من المحاصيل في سنة واحدة وهذه ميزة كبيرة في تسريع تكاثر البذور. يمكن أن تكون هناك أيضاً اتفاقات تعاونية بين البلدان لإنتاج أكثر من محصول واحد في السنة.
- استيراد كميات كبيرة من البذور من مصادر موثوق بها لبدء تكاثر البذور. و ذلك سيتطلب أنه قد تم إجراء تقييمات المخاطر من الآفات.
- وضع نهج إقليمي لدخول الأصناف التي تحتاج من الكميات اللازمة. يمكن أن تتخصص بلدان محددة في إنتاج أصناف خاصة لمقاومة الصدأ بوجي 99.

3.2 تخزين البذور

يمكن تخزين بذور القمح على نحو فعال بدون خسران القوة وذلك إذا تم اتخاذ إجراءات وقائية معروفة. والتخزين الآمن لبذور القمح ممكن ما دامت نسبة رطوبة أقل من 13، ودرجة الرطوبة منخفضة، ودرجة الحرارة المحيطة بالتخزين ليس مفرطة ويكون تفشي الحشرات بالتخزين إلى أدنى حد ممكن. ويمكن تخزين كميات صغيرة من البذور لفترات طويلة في الغرف الباردة. والتخزين الممتاز من بذور القمح يوفر خيار تكاثر البذور من الأصناف سريع المقاومة لوجي 99 وإنشاء الاستراتيجية الاحتياطي للبذور حتى قبل أن يبدأ الصدأ بوجي 99 يهدد إنتاج القمح في البلاد. نظراً إلى هذه الاستراتيجية يمكن إنتاج أصناف القمح المقاومة الصدأ بوجي 99 بسرعة عند الحاجة إليها. وكذلك إذا تم تطوير أصناف جديدة مقاومة بوجي 99 فيمكن أن تتضمن بسرعة في الاستراتيجيات الاحتياطية للبذور لاتخاذ مصادر مختلفة من المقاومة وعلى نطاق أوسع التنوع الجيني.

4. إدراك الأصناف وتوصيلها إلى أيدي المزارعين

المزارعون يحتاج لإدراك تهديد بوجي 99 ويتعرفوا بأصناف مقاومة بوجي 99. و لذلك من الضروري عرض مظاهرات لخلق الوعي وإدراك أصناف مقاومة الصدأ بوجي 99 و الممارسات الإدارية مع المزارعين على الرغم من منظمات المزارعين.

- العمل مع خدمات الإرشاد الزراعي، وخدمات حماية النباتات، وشركات البذور لخلق الوعي لإنتاج أصناف مقاومة الصدأ بين المزارعين من خلال حملة البذور بما فيها عرض تظاهرات في الشوارع. وينبغي أن تعطى الأولوية في المناطق التي يمكن أن تتأثر بالصدأ بوجي 99 على حد كبير. كما ينبغي أن تكون المظاهرة مرتبطة بمراقبة الصدأ بوجي 99 والكشف عنه وممارسات الإنتاج وغيرها من الاستراتيجيات للتصدى لـ بوجي 99.

• العمل مع السلطات الوطنية التي تقوم بتطوير ودعم استراتيجية لا مركزية للتكاثر وتوزيع البذور ذات النوعية للأصناف مقاومة الصدأ لتحل محل الأصناف المعرضة للصدأ من خلال كل من القطاعين العام والقطاع الخاص.

• تعزيز قاعدة البيانات من وكالة الشهادة الوطنية للبذور، وتسجيل البذور المتعددة الأصناف لتشمل الصفات مثل الحجر الصحي لآفات النباتات / الأمراض ، ولا سيما سلالات الصدأ يوجي 99 التي تقاومها الأصناف المقاومة.

النقاط الرئيسية لاتخاذ إجراءات فورية لوضع السياسات كجزء من التخطيط للطوارئ:

- إنشاء خطط للطوارئ بمشاركة واسعة، واضحة الأدوار والمسؤوليات والموارد اللازمة.
- التأكد من أن الأنظمة قائمة لسرعة إنتاج أصناف مقاومة الصدأ يوجي 99.
- التأكد من أن القدرة والنظام توجد في المناطق لمضاعفة إصناف مقاومة الصدأ يوجي 99 بالسرعة والاستمرار على نطاق واسع.
- تحديد الأساليب المناسبة لتسريع تكاثر البذور مثل إدارة مكثفة، والانتاج خارج الموسم، واستيراد أصناف مقاومة الصدأ يوجي 99.
- وضع النظم المعمول بها في القطاع العام والخاص معا ومجموعات المزارعين وعرض المظاهرات لرفع مستوى الوعي بأصناف مقاومة الصدأ يوجي 99.

الإدارة الكيميائية والثقافية تي تي إس كيه (الـ يوجي 99) من صدأ القمح المرض في كينيا

معهد البحوث الزراعية وينايرا آر كينيا (كيه إيه آر آي) - نجورو، ص ب الحقيبة الخاصة، نجورو - 20107، كينيا.
البريد الإلكتروني : wanyera@plantprotection.co.ke/wanyera@karinjoro.org

هذا الصدأ من القمح المعروف بـ (*Triticum aestivum*) الناجمة عن الجرثومة *graminis f.sp. tritici* Eriks & E. Henn. ينتشر في مناطق زراعة القمح في كينيا على نطاق واسع. أوبئة الصدأ كثيراً ما تحدث عند ما كانت الظروف البيئية خلال موسم النمو مواتية. اجتاحت وباء الصدأ مناطق مرتفعة في البلاد عام 2003 ودمرت المحاصيل المزروعة من القمح من جميع الجوانب للمزارعين ذوي مساحات قليلة أو كثيرة. و أغلب أصناف الحنطة التجارية الآن عرضة إلى حد كبير للجنس الجديد (تي تي إس كيه يوجي 99) من صدأ النباتات، ولذلك لا يمكن أن تنمو المحاصيل من القمح بدون إدراك خسائر حبوب ثقيلة بدون تطبيق مبيد الفطريات.

لو أن المقاومة هي أكبر طريقة فعالة للسيطرة على الصدأ، لا توجد أصناف تجارية في كينيا للمقاومة الكافية. ولذلك، ومبيدات الفطريات تلعب دوراً رئيسياً كورقية أو معالجة بذرة في الإدارة المتكاملة للمرض حتى تم انتشار الأصناف الجديدة بالمقاومة المحسنة. و ازداد تقادم المرض على مر السنين ففي عام 2007، لوحظت مستويات وبائية في حقول المزارعين. معظم المزارعين فوجؤوا لم يشاهدوا المرض قبل ذلك، وأيضاً لم تكن هناك مبيدات الفطريات تطوّرت على وجه التحديد لهذا الصدأ في البلدان المتقدمة.

إن أوبئة الصدأ تسبب خسائر الحبوب ما تصل إلى 70٪ في قطع تجريبية وأكثر من 70٪ في حقول المزارعين. هذا محصول مرشوش مقابل محصول الحنطة الغير المرشوش. إنما الرش يخفّض المرض فقط ولكن لا يزيله تماماً. ولذلك من الممكن أن يسفر الحصول إلى خسائر أعلى من ذلك عندما كانت النسبية لمحصول نظيفة. في عام 2007، عند ما لم يسيطر المزارعون على المرض مطلقاً، فقدوا 100% محصولهم بغض النظر عن الأصناف.

ويمكن تحقيق السيطرة على الصدأ على مدى قصير مع تطبيق معيار مبيدات الفطريات، على شرط أن لا تكون الإصابة حادة. يوصى بعض مبيد الفطريات الورقي لسيطرة صدأ الورقة والصدأ الأصفر ويمكن أيضاً أن يستعمل لتخفيض / قمع مرض الصدأ. ونظراً إلى أن معظم المزارعين غير قادرين على تحديد الصدأ، فمن الموصى به تطبيق اثنين من الرش، 60 يوماً و75-80 يوماً على التوالي، بعد الزرع. وفيما بعد، يمكن أن يبدأ المزارعون بالإزدراء للمرض على الجذوع على أساس أسبوعي. الرش الثالث سيكون مطلوباً إذا كان المرض يظهر على المحاصيل. إن نسبة التطبيق لكل مبيد فطريات أعلى من توصية العلامة القياسية لصدأ الورقة والصدأ الأصفر.

وجميع مبيدات الفطريات المستخدمة في كينيا مجهزة من قبل عدد من شركات المنتجات الكيماوية الزراعية. شركة باير لعلوم المحاصيل شرق افريقيا تقوم بقيادة نحو 48٪ من إجمالي حصة سوق مبيدات الفطريات في الحبوب في كينيا. والبقية تتناولها شركة ساينجانتا شرق افريقيا (23٪)، وشركة أميركا-كينيا-كينيا المحدودة وما بين الشركات الأخرى شركة أوشو للصناعات الكيماوية، وشركة توينجا للصناعات الكيماوية، وشركة برستيغ، وشركة فارم-كيمك للصناعات الكيماوية. ومعظم مبيدات الفطريات المستخدمة في القمح من صنف تارايزول (*triazole*)، وبعضها من قبيل أسرة أستروبيليورين (*Strobilurine*). والأغلبية من مبيدات الفطريات من الموصى بها هي من أجل السيطرة على الصدأ الأصفر من صنف استرايب (*stripe*) بسبب المرض *striiformis Puccinia* والسيطرة على صدأ ورقة النبات من صنف براون (*brown*) بسبب *Puccinia recondita*.

تأثيرات استخدام مبيدات الفطريات في إدارة الصدأ كانت واضحة تماماً في ثلاثة مواقع تجريبية. تم العثور على اختلافات كبيرة بين مبيدات الفطريات في قدرتها على السيطرة على هذا الصدأ. شوّفت الدراسة بأنّ صدأ الجذع يمكن أن يخفّض محصول حبوب حنطة بشدة أصناف سريعة التأثير في كينيا ولذلك يمكن استخدام مبيد الفطريات الورقي لقمع صدأ الجذع في الحنطة كإستراتيجية سيطرة على المدى القصير. والمزارعون في كينيا يمكن لهم تخفيض الصدأ بشكل فعال أو قمعه بتطبيق مبيدات الفطريات الورقية، وهم لا يزال يستفيدون منها.

تطوير مشاتل الاصطياد : الفحص التعاوني، التقييم، مراقبة الخبث، كشف الأصناف.
جي. أورتييز - فيرارا، CIMMYT، نيبال (G.Ortiz-Ferrara@cgiar.org)

مقدمة

لا تزال الأنواع الثلاثة من صدأ القمح أمراضا ذات الخطورة الهائلة في معظم مناطق زراعة القمح من العالم. ونظرا إلى أهميتها الاستراتيجية، قد تم الشروع في برنامج دولي لاختبار مقاومة المرض (الأمراض) في الخمسينيات من القرن العشرين، وأسفر ذلك عن إنشاء المشتل الدولي للصدأ (IRN) الذي وزعته وزارة الزراعة الأمريكية (ساري، ونايار، 1997). أنشئ هذا المشتل لاختبار مقاومة (مقاومات) الصدأ، ولكنه بات أيضا آلية لتوزيع البلازما الجرثومية، ومصدرا للمعلومات عن مختلف جوانب تكيف القمح. وقد اتاح ذلك للباحثين النظر في العوامل ذات الصلة بعلم وراثته المقاومة، ودوامها واستقرارها.

بدأت الجهود لتعزيز حملة "التخفيف من حدة الجوع" في بلدان العالم الثالث بعد الحرب العالمية الثانية، حيث شارك فيها العديد من المنظمات والبلدان. وفي ضمن هذه الجهود انشئت سلسلة من مراكز البحوث الزراعية الدولية. المركز الدولي لتحسين الذرة والقمح ("سيميت" CIMMYT) الكائن في المكسيك، واحد من هذه المراكز، وهو ملتزم بإجراء الأبحاث في الذرة والقمح. لقد أصبح "سيميت" يشارك مع شبه القارة الهندية الباكستانية في المسائل المتعلقة بإنتاج القمح منذ منتصف عام 1960. إن هذا التعاون قد شجع على التبادل المنتظم للبلازما الجرثومية، وبيانات المشاتل وتبادل العلماء.

ولقد ساعد تبادل البلازما الجرثومية وتقاسم المعلومات عن المحاصيل، والتكيف، ومقاومة (مقاومات) الأمراض على تعزيز إنتاج الأغذية والأمن الغذائي. كما أن هذه الشبكة الدولية قد ساعدت المجتمع العلمي على تفهم أفضل لجينيات المسببات المضيئة، وتنوع المسببات الإمراضية، ودوام أو استقرار المقاومة (المقاومات).

وقد كان الصدأ ولا يزال أهم أمراض القمح في شبه القارة الهندية الباكستانية والأجزاء الأخرى من العالم. وتشير السجلات منذ عام 1800 الميلادي إلى أن الصدأ الأسود أو الصدأ المخطط *Puccinia graminis* F نوع *Tritici* كان من الأمراض المهمة. ونظرا إلى خطورة هذه الأمراض على الصعيد العالمي، فقد بذل جهد دولي كبير لتحديد وتطوير أصناف القمح المقاومة لصدأ الساق بعد نهاية الحرب العالمية الثانية. وقد احتضن هذا الجهد الدولي المشاركة من مربيي وراثتي القمح في الكثير من البلدان. تم توزيع البلازما الجرثومية من خلال المشتل الدولي لصدأ الساق (ISRN). وقامت وزارة الزراعة الأمريكية بتنظيم هذا المشتل ومشاتل الصدأ اللاحقة. وقد ساعدت هذه المشاتل في تحديد المصادر والأصناف المقاومة، وقياس تكيفها.

وقد شهدت السنوات الأخيرة انخفاضا في تواتر وحجم أوبئة صدأ الورقة والصدأ الأصفر، وذلك بسبب الاستخدام الواسع للمقاومة، وتنوع الأصناف، و الجهود الوطنية لترصد الأمراض.

وثمة حاجة إلى تكاتف الجهود الإقليمية والدولية التعاونية لفحص المرض، وتقييم البلازما الجرثومية وتبادلها، وترصد الخبث والتبادل المستمر للمعلومات.

أهمية ترصد المرض في منع انتشار الأوبئة

ولغرض منع انتشار الأوبئة من الممكن ترصد المرض نفسه، أي واحد أو أكثر من مكوناته (يونغ وآخرون، 1978). قد عرف مصطلح الوباء بطرق كثيرة. التعريف الأكثر شيوعا وقبولا هو الذي جاء من قبل فان دير بلانك، 1963، و زادوكس، 1972، وكرانز، 1974. وبالتالي، يتمثل الحجم واحدا من أهم الاعتبارات. المزارع الذي تعرضت حقوله للدمار هو مصاب بالوباء، بغض النظر عما إذا كان جيرانه، أو الدولة، أو الاقتصادات الوطنية أو الدولية متأثرة به أولا. وأيضا كان الأمر، فإن العجلة الصريرة تدهن، والأوبئة الرئيسية التي تجلب الدمار للمحاصيل الرئيسية قد تحظى باهتمام كل محاصيلنا في وقت أو آخر قد تعرضت للأوبئة الرئيسية. وقد تعرض القمح لعدة أوبئة صدأ الورقة والصدأ الأصفر في غرب وجنوب آسيا (ساري، ونايار، 1997).

معرفةنا الحالية بالأوبئة قد نبعث من ترصد تطورها الطبيعي وكذلك من التجريب. ولذلك من المنطقي أن يتحتم علينا استخدام الترصد باعتباره أداة للسيطرة على هذا الوباء. وقد وصف يونغ وآخرون عدة طرق لترصد المرض 1978. أهمها: استخدام الفينولوجيا، وقياس إطارات الطقس، وقياس اللقاح، والمسوح الميدانية، وجمع المواد النباتية، وتحليل أنماط السلالة، واستخدام قطع الاصطياد (مشاتل الاصطياد).

التجربة الناجحة مع إدارة مشاتل اصطياد الصدا

وقد كانت قطع الاصطياد أو مشاتل الاصطياد أساسا لبرنامج ترصد مرض القمح في العديد من برامج تربية القمح في الولايات المتحدة وأستراليا وأوربا منذ سنوات عديدة. وكانت هذه المشاتل ذات الأهمية البالغة ليس فقط في توفير المعلومات اللازمة للتعويض بالصدا، ولكن أيضا في تقييم مصادر مقاومة المرض بدقة أكثر بكثير مما يمكن القيام به في البيوت الزجاجية أو قطع الاختبار الملقحة، حيث أنها تسمح بترصد التغيرات في الخبث في الكائنات الممرضة وتعمل كمصدر لاستنبات الكائنات الممرضة التي ستستخدم لتقييم البلازما الجرثومية الجديدة. ومن فوائدها المهمة هي أنها تسمح للباحثين في القمح أن يظلوا مطلعين على أداء مختلف المحاصيل التجارية في إطار ممارسات الإنتاج. ونتيجة لذلك، يكون الباحثون في القمح على أفضل استعداد للإجابة على الأسئلة التي تأتي من قبل مقدمي خدمات التمديد أو من قبل المزارعين مباشرة.

وكان مشتل اصطياد المرض الإقليمي (RDTN) واحدا من أنجح المشاتل في وقت مبكر من هذا النوع، والذي أنشئ للمساعدة في تأسيس برامج وطنية لمراقبة أمراض القمح التي يمكن أن تكون مفيدة في تحقيق الاستقرار في إنتاج القمح عن طريق التقليل من الخسائر المحتملة الناجمة عن الأمراض البوتانية. ومن أهدافها ما يلي:

1. مراقبة وإنشاء منحنيات احتمال تطوير المرض لكل من المناطق الكبيرة لزراعة القمح.
2. تحديد نوع الخبث في الكائنات الممرضة داخل المنطقة وتحديد توزيعها النسبي لمصادر المقاومة المتاحة.
3. تحديد تأثير الأصناف التجارية على إمكانات اللقاح وأثارها على الكائنات الممرضة.
4. توفير المعلومات عن الأصناف التي يمكن التوصية بها وتحديد تلك الأصناف التي يحتمل أن تكون معرضة للخطر، والتي يجب سحبها من الإنتاج التجاري.
5. كشف التغيرات الجديدة في أنماط الخبث في أقرب وقت ممكن وتحديد الأهمية المحتملة لهذه التحولات.
6. البحث عن مصادر جديدة للمقاومة لأنواع الخبث الجديدة التي قد تنشأ.
7. المساعدة في مسح التنقل والانتشار الجغرافي للأمراض، لا سيما تلك الأمراض العابرة للحدود الدولية.
8. تحديد المكونات البيئية التي تحد من انتشار المرض أو تفاقمه.

في أوائل عام 1980 قد تم خفض عدد المشاتل التي نماها العديد من التعاونيات مع الحفاظ على درجة عالية من مراقبة الأمراض وذلك من خلال الجمع بين مشاتل الصدا التالية: (أ) تجريب الصدا الأصفر الدولي، (ب) المشتل الأوربي لصدا الورقة، (ج) مشتل الاصطياد المصري، و (د) المشتل الإقليمي لاصطياد المرض (RDTN) وقد شارك عدد كبير من البلدان في شمال وشرق أفريقيا، وكذلك غرب وجنوب آسيا في المشتل الإقليمي لاصطياد المرض والذي قد انقسم إلى مجموعات "ألف" و "باء". وكانت المجموعة "ألف" تتألف من نحو 50 من الحبوب المزروعة على نطاق واسع في المنطقة. وقد استخدم ذلك ليساعد في تحديد النباتات ذات سلالة الصدا السائدة، ولقياس النمو المحتمل لهذا المرض في كل منطقة من مناطق القمح. وبعض هذه العينات كانت في وقت مبكر أو متأخر جدا، طويلة أو مقرمة أو حساسة جدا للضوء أو متعرضة للمرض. هذه العوامل جعلت من الصعب على بعض التعاونيات زراعة هذه المشاتل والحصول على نتائج مفيدة. كما أن مجموعة "باء" تألفت من مجموعة "ألف" علاوة على ما يقرب من مجموعة 50-60 مختارة من خطوط الجينة ذات التركيب الواحد أو بعض المصادر الهامة لمقاومة الصدا. وكانت مجموعة "باء" محاولة لقياس أنماط الخبث (سلالات) والإمكانات في كل منطقة، وتحديد مصادر فعالة للمقاومة. وكان هناك سعي دائما إلى أن تدرج في مجموعة "ألف" من المشتل عينة تمثيلية من أنواع القمح التجارية التي تزرع في جميع أنحاء المنطقة. وكلما كان ذلك ممكنا، فقد تم الفحص لوجود المرض كل أسبوع حتى صار ظهور الأمراض الرئيسية مؤكدا. وجرى تشجيع التعاونيات على تدوين المرض بصفة دورية في المشتل أو على الأقل إجراء الفحص على العينات الحساسة. تم استخدام هذه المعلومات لتخطيط منحنيات نمو المرض لكل مكان. كما تم إصدار وتوزيع تقرير موجز كل عام. مشاتل الاصطياد المماثلة تديرها حاليا "سيميت" و"إيكاردا"، بما فيها المشاتل الوطنية التي تنفذها الهند والبلدان الأخرى. ترصد المشاتل هو عملية مكثفة للغاية، ورعاية الخطوط المستخدمة هي ذات الأهمية القصوى.

إن مشتل اصطياد هو أكثر فائدة لكائن ممرض يظهر وجود السلالات لأن التربية ضد الخبث الجديد هو وسيلة للتغلب على المشكلة الجديدة. مشاتل الاصطياد تكون مفيدة إن تم عرضها في المواقع الأساسية فقط. المشاكل الرئيسية هي: قلة الاهتمام بتدوين البيانات الدقيقة، وعدم الاهتمام بالحفاظ على نقاء الخطوط، وخلل في البذر وغيرها. وفي بعض NARS، تصبح بذور مشاتل الاصطياد عديمة الجدوى بسرعة؛ يفقد المشتل، ويؤدي هذا إلى معلومات خاطئة. رعاية الخطوط أمر بالغ الأهمية. وكذلك فإن التموين وإرسال البذور الجديدة في كل مكان من مصدر واحد هو باهظ التكلفة (الزمن الفعلي لإنتاجها + الشحن). وثمة جانب آخر هو أنه إذا كانت isolines في منطقة قمح الربيع فيصح استخدامها في الدول التي يتم الزراعة فيها في موسم الخريف. وأما في خلفية موسم الشتاء، فإن إنتاج البذور وحفظها هو أكثر تعقيدا.

بعض نجاحات برنامج القمح لـ "سيميت" في مجال تطوير البلازما الجرثومية تتعلق بإدماج المقاومة للصدا، لأن إدماج المقاومة لصدا الورقة والصدا المخطط كان مسألة ذات الأولوية الكبيرة منذ عصور مبكرة. الجزء الكبير من العمل الذي تم إجراءه في وقت مبكر كان يقوم على البيانات التي تم جمعها من خلال نظم المشاتل الدولية. البيانات المجمع من المواقع المتعددة تم استخدامها لتقييم "قوة" المقاومة، وتباين الكائنات الممرضة. العمل الدولي حول المقاومة للصدا الذي تم إجراءه في "سيميت" كان قد بدأه الدكتور أن إي بولراغ، ومن بعده واصل هذا العمل فريق من العلماء من أمثال الراحل الدكتور آر. جي.

أندرسون، والدكتور اس. راجا رام، والدكتور إم. في. غينكيل، والدكتور آر. بي. سينغ، والآن يقوم الدكتور سينغ بمواصلة هذا العمل ويأخذ به إلى الأمام.

إن إدخال وتوسيع أصناف القمح شبه القزم في الهند وباكستان في 1960 من القرن الماضي، وانتشارها إلى بلدان أخرى من غرب آسيا وشمال أفريقيا في 1970 كانا ناجحا بسبب إمكان زيادة المحصول، وقدرتها على التكيف. ثمة عامل مهم في شعبية وقبول أصناف القمح شبه القزم، وهو المستوى المنخفض من مرض الصدأ. ومن المشكوك فيه أن يتم زراعتها واستخدامها على هذا النطاق الواسع، لولم يتم إدخال مقاومة الصدأ فيها. وينطبق هذا بشكل خاص في حالة صدأ الساق، الذي كان يعتبر من الأمراض المدمرة بعد الحرب العالمية الثانية. الانتشار السريع لأصناف القمح شبه القزم وضع ضغطا كبيرا على الكائنات الممرضة. وجرى قياس ذلك من خلال عدد من المشاتل، بما فيها مشاتل اصطياد الأمراض التي أنشئت لهذا الغرض.

إن دراسة ومسح الصدأ في القمح في الهند لها تاريخ مدون وموثق توثيقا جيدا منذ فترة من الزمن (ناغاراجان، وجوشي، 1985؛ نايار وآخرون. 1994 ب). وقد رسخت الهند مكانتها باعتبارها رائدة في دراسات علم الأوبئة، وتفاعلات الكائنات الممرضة المضيفة وجينيات المقاومة. و لم تكن هذه القدرة لتحقيق بدون تطوير ودعم التسهيلات والخبرات. وإن هذا الدعم ستزيد أهميته في السنوات المقبلة إذا ما أردنا ضمان زيادة المحاصيل والتوصل إلى استقرار الانتاج. الكثير من الناس لا يفهمون تعقيد نظام الكائن الممرض المضيف في أمراض الصدأ. وهو نظام محدد وطبيعي، ونظام متخصص كمثل نظام المعلمات الجزيئية في مجال التكنولوجيا الحيوية. وهناك مشكلة حالية تواجه مختبرات الصدأ وهي المصروفات على صيانة وتحديث التسهيلات. تتمتع المختبرات الناجحة منها بالبنية الأساسية القوية والقوى العاملة المدربة. ولكنه، يتم إغلاق مختبرات الصدأ تدريجيا في العديد من البلدان النامية، وهذا قد يكون انعكاسا للنجاح المحرز أكثر من اللازم.

إن البحث التعاوني في القمح الذي يجري بين الهند ونيبال يتضمن تحديد مجموعات الصدأ من نيبال وذلك في مختبر DWR للصدأ الكائن في فلورديل ب شيملا. وتشير عينات صدأ الورقة المجمعة من نيبال إلى أنها مماثلة ومرتبطة بعينات الهند. يلعب نيبال دورا حاسما في تصييف أكثر لخطر صدأ الورقة و في بدء علم الأوبئة لدراسة مرض صدأ الورقة في شبه القارة، ولا سيما في منطقة السهول الشمالية الشرقية (ماهاتو، 1996؛ شرما، 1997؛ نايار وآخرون، 1996 ب؛ نايار وآخرون، 1994 ب). تطورات صدأ الورقة في منطقة سهول الغانغا الهندية لها تأثير كبير على تطورات صدأ الورقة في شمال غرب الهند (ناغاراجان، وجوشي، 1985) ولها تداعيات واضحة على تطورات الصدأ في باكستان.

اعتماد أصناف القمح شبه القزم على نطاق واسع في غرب وجنوب آسيا منذ الستينات خلق حالة أتاحت إدخال نمط الكائن الممرض للصدأ الأصفر بشكل ضئيل إلى شبه القارة الهندية. الزراعة الواسعة النطاق للأصناف شبه القزم وتعرض جينة Yr2 جعل من الممكن تتبع أنواع الخبث "الجديدة" المرتبطة بتلك المحاصيل. وقد ورد النبا الأول ب ظهور خبث Yr2 من تركيا في عام 1967 (اوسكان، وبريسكوت، 1972). وفي وقت لاحق، نقل حدوثها في لبنان، و إيران، وأفغانستان، و باكستان، والهند (شارما، وغيره، 1972) و في نهاية المطاف من نيبال (كركي، 1996، معلومة شخصية). وقد أمكن تتبع ظهور خبث Yr2 بالترتيب الزمني بسبب حداثة جينة Yr2 في الكائنات المضيفة وبفضل الشبكة الدولية للتعاون فيما بين المشاتل.

الاستنتاجات

ترصد الأمراض هو العمود الفقري لبرامج مكافحة وإدارة الأمراض والآفات. التعاون الإقليمي والدولي، إلى جانب تبادل المعلومات عن الأمراض وتبادل البلازما الجرثومية يحتل أهمية كبرى وقد جلب العديد من الفوائد. و بفضل الترصد المبكر للمرض، قد أصبح من الممكن الآن تحديد وإدراك مصادر وأنواع مختلفة من المقاومة. وقد تم تحديد بعض المصادر لإدخال المقاومة العامة أو الدائمة وهي المصادر الدائمة التي باتت حجر الزاوية في مجموعة البلازما الجرثومية لتربية المقاومة. وقد لعب الاختبار على المواقع المتعددة والتعاون الدولي دورا حاسما وجلب عوائد كبيرة من حيث تطوير محاصيل المقاومة للصدأ. إن برنامج القمح الوطني الهندي والمؤسسات المتعاونة قد ساهمت في هذا المجال وحصدت مكاسب ومنافع عظيمة من هذا التعاون. ولا ريب في أنه من أجل تلبية الاحتياجات الغذائية في المستقبل، سوف تمس الحاجة إلى المزيد من التعاون المكثف في هذا المجال. إن برنامج القمح الهندي هو في الوضع الاستراتيجي لتوفير قيادة حاسمة في هذا المجال في جنوب آسيا وغيره من البلدان. ولذا، فثمة حاجة إلى الانضمام إلى الجهود الإقليمية والدولية التعاونية لفحص المرض، وتقييمه وتبادل البلازما الجرثومية، وترصد الخبث والتبادل المستمر للمعلومات.

References:

Kranz, J., 1974. Comparison of epidemics. *Ann. Rev. Phytopathol.* 12:355-74

Mahato, B.N., 1996, Genetics of rust resistance of selected wheat lines and mapping of pathotypes flora of leaf rust. DWR, Regional Station, Flowerdale, Shimla, H.P., India.

McIntosh, R.A. & G.N. Brown. 1997. Anticipatory breeding for resistance to rust diseases in wheat. *Annual Review of Phytopathology* 35: 311-26.

- Nagarajan, S. and L.M. Joshi, 1985. Epidemiology in the Indian subcontinent. In: A.P. Roelfs and W.R. Bushnell (Eds). Cereal Rusts, Vol. II; Diseases, Distribution, Epidemiology and Control. Academic Press, Orlando, FL., USA, pp. 371-402.
- Nayar, S.K. M. Prashar, J. Kumar, S.C. Bhardwaj, and L.R. Verma, 1996. Distribution pattern of puccinia recondite tritici pathotypes in India during 1990-94. Indian Journal of Agricultural Sciences, 66(10):621-630.
- Nayar, S.K., J.P. Tandon, J. Kumar, M. Prashar, S.C. Bhardawaj, L.B. Goel, and S. Nagarajan, 1994. Basis of rust resistance in Indian wheats. Research Bull. 1. DWR, Regional Research Station, Flowerdale, Shimla, India, pp. 32.
- Oskan, M. and J.M. Prescott, 1972, Cereal rusts in Turkey. In: 3rd European and Mediterranean Cereal Rusts Conf. Vol. 2:183-185.
- Saari, E.E., and S.K. Nayar, 1997. Experiences with wheat rusts in South Asia. In: Wheat Research Needs Beyond 200AD, eds. S. Nagarajan, G. Singh and B.S. Tyagi, pages 177-190.
- Sharma, S.K., L.M. Joshi, S.D. Singh, and S. Nagarajan, 1972, New virulence of yellow rust on Kalyansona variety of wheat. Proceed. 3rd European and Mediterranean Cereal Rust Conf. Vol. 1:263-265
- Sharma, S., 1997, Virulence monitoring and detection of leaf and yellow rust resistance genes in Nepalese wheat varieties. DWR, Regional Station, Flowerdale, Shimla, India, pp. 25.
- Van der Plank, J.E., 1963. Plant disease epidemics and control. New York: Academic. 349 pp.
- Young, H.C., J.M. Prescott, E.E. Saari. 1978. Role of disease monitoring in preventing epidemics. Annual Review of Phytopathology, 16:263-85.
- Zadoks, J.C., 1972. Methodology of epidemiological research. Ann. Rev. Phytopathl. 10:253-76.

إنتاج مبني على قاعدة البيانات وتبادل المعلومات السيد كيث كريسمان ، منظمة الأغذية والزراعة

المقدمة

إن الإدارة الذكية لأفات نباتية - المستخدمة في معنى أوسع لتشمل الحشرات والأمراض - تقتضي التعهد بأنشطة المراقبة العادية (أي المسح) في الميادين التي توفر معلومات للذين يتخذون قرارا للتدخل (السيطرة) في الوقت المناسب وبطريقة مناسبة من أجل تخفيف حدة التأثيرات السلبية على الأدوات المنزلية والأمن الغذائي. و نظام الرصد للأفات النباتية الجيد التصميم يعتبر البيولوجيا وسلوك الكائن الحي وعلاقته بالبيئة. فيمكننا مراقبة الآفات الموسمية التي قد تكون موجودة على مستويات مختلفة في كل عام في المحاصيل ولا تقطع مسافات طويلة ويمكن السيطرة عليها محليا، على أيدي المزارعين على سبيل المثال. وعلى الجانب الآخر، أو الآفات ذات الهجرة النائية والعبارة للحدود - التي يمكن أن تقطع السفر لمسافات طويلة عبر الحدود الدولية، والمناطق والقارات - تتطلب نهجا مختلفا، وهو يوفر نظرة عامة أكبر. وفي كلتا الحالتين، تصبح المعلومات التي جمعت في الميدان هو أساسا رئيسيا لنظام الرصد والمراقبة. وإذا كانت المعلومات متاحة في الوقت الحقيقي وكان هناك قدر كاف من المعرفة عن الآفات وعلاقتها بالبيئة، ثم يتم الإنذار المبكر، يمكن أن تسمح لمن يتخذ القرار وقتا إضافيا للتخطيط والقيام بإجراءات مناسبة.

و صدأ النباتات كان تاريخيا من أكثر الأمراض المضرة للقمح. وبسبب استخدام المواد الجينية بالمقاومة الفعالة انخفضت حدوث الصدا تقريبا إلى مستويات غير بعيدة بحلول منتصف 1990. وبعد انهيار كبير من المقاومة قد ظهر نوع جديد من صدا القمح، المعروف بـ يوجي 99، الذي يهدد الآن الأمن الغذائي العالمي. تم تحديد الصدا يوجي 99 أولا في أوغندا في عام 1999 ومنذ ذلك الحين، تم انتشار الجراثيم إلى كينيا واثيوبيا (2004)، واليمن، والسودان (2006) وإيران (2007) (كما في الشكل 1). و جراثيم هذا الصدا قادمة على الرياح في وقت متأخر قبل شهر واحد من الحصاد تقوم بتحويل المحاصيل الصحية في السابق إلى كتلة متشابكة من الجذع التي تنتج قليلا حتى بدون الحبوب. وحيث أنه لا يمكن وقف الرياح، فإن هناك احتمالا كبيرا أن تصل الجراثيم يوجي 99 إلى مناطق رئيسية لزراعات القمح من آسيا ومناطق أخرى، وتهدد ما يصل إلى ثلث الانتاج العالمي من القمح مع الخسائر السنوية التي قد تصل إلى 3 مليارات دولار من دولارات الولايات المتحدة. ومن بواعث القلق الإضافية، الطبيعة المتغيرة لجرثومة مسببة للمرض، مع الاثنتين من المتغيرات الجديدة التي سجلت بالفعل في كينيا. واحد من هذه البدائل، ما تعرض لخبث جينات المقاومة الرئيسية الأخرى المعروف بـ (Sr24)، قد تسبب لأوبئة الصدا في كينيا خلال عام 2007. وخسارة هذه الجينات المقاومة قد أضاف بشكل خطير في قابلية التعرض للأذى على نطاق عالمي من البلازما الجرثومية للقمح، إذ أن ما يقارب نصف البلازما الجرثومية العالمية التي كانت تعتبر في السابق مقاومة لـ يوجي 99 قد أصبح عرضة لهذا التغيير. وكل نظام المراقبة والرصد الفعال لذلك قد تشمل معلومات عن البدائل الجديدة الناشئة في سلالة يوجي 99.

الشكل 1. انتشار جرثومة يوجي 99 من شرق افريقيا إلى جنوب غرب آسيا، 1999-2008 (المصدر : سي أي إم واي تي)

نظام التتبع والمراقبة

لمكافحة الخطر المحتمل من الـ يوجي 99 في أصناف القمح بمقاومة متينة لوقف الصدا وغيرها من الجراثيم النباتية نحتاج إلى تطوير هذا النظام وتوزيعه على المزارعين ولكن هذا سوف يستغرق عدة سنوات. وفي غضون ذلك، لابد من مراقبة متيقظة لحدوث الصدا وطبيعتها في البلدان، يُعتقد أنها خالية من الـ يوجي 99 اليوم أو في البلداني التي توجد فيها جراثيم يوجي 99 بالفعل. و في الحقيقة نحن لا نعرف كم مدى قد هاجرت الجرثومة اليوجي 99. لا يوجد أي إطار لاكتساب البيانات وتبادلها عن الإصابات، وشدتها، والتركيب الجيني للصدأ في البلدان النامية. ولا يوجد مصدر وحيد للمعلومات عن التوزيع المكاني والزمني من القمح. وقلة المعرفة يعرقل من الاقتراح واتخاذ القرار المناسب من السياسات الوطنية والدولية، واستراتيجيات الاستثمار لوقاية النبات، تربية النبات، ونظم البذور، والبحث عن العوامل الممرضة الصدا. ولمعالجة أوجه النقص هذه، يجري حاليا إنشاء نظام مراقبة وتتبع، نظام مراقبة الصدا الحبوب العالمي (جي سي آر إم إس) (GCRMS)، كوسيلة لإجراء دفاع منسق ضد الجرثوم يوجي 99 من أجل تحديد تلك المناطق التي تنتشر فيها والتي هي المعرضة للخطر حاليا، ومراقبة انتشار الجرثوم يوجي 99. والمعلومات التي توفرها منظمة جي سي آر إم إس (GCRMS) سيساعد من يتخذ القرار والباحثين في مجال تقييم خيارات الإدارة المختلفة.

مستوى الحقل:

1. يزور المساحون المناطق التي تنتج حنطة
2. يجمعون البيانات ويسجلونها على استمارات، مستخدما جي بي إس
3. ثم يرجعون إلى المكتب، ويرسلون نتائج المسح عن طريق البريد الإلكتروني / الإنترنت إلى النقطة المركزية الوطنية.

المستوى الوطني:

4. إن إف بي يربط بيانات البحث، يدققها ويرشدها.
5. ترسل البيانات عن طريق البريد الإلكتروني / الإنترنت إلى النقطة المركزية الدولية.

المستوى الدولي:

6. أي إف بي تقوم في مقر إف إيه أو باستيراد نتائج المسح في شكل قاعدة البيانات المركزية.
7. تحلل البيانات مستخدماً نظام المعلومات الجغرافية (جي أي إس).
8. تستعمل نموذج المسير لتخمين حركات بويغة الصدا.
9. تعدّ وتنشر منتجات المعلومات المنتظمة عن طريق البريد الإلكتروني / الإنترنت.

الجماهير:

10. يستخدمون التقارير حول الجرثوم بوجي 99، ومعلومات أخرى عن طريق موقع الويب.

الشكل 2. شبكة المعلومات والمراقبة المشتركة

جي سي آر إم إس (GCRMS) سوف تقوم بتشبيك القدرات والعمليات في شمال وجنوب الصحراء الكبرى وإفريقيا والشرق الأوسط، وآسيا، ويتمكين نشر المعلومات بشأن المنتجات وتوزيعها وطبيعة السكان المعرضة للصدا في القمح، وجينات مقاومة الصدا من الأصناف العامة (الشكل 2). وفي صميم جي سي آر إم إس ستكون مراجع جغرافية على بيانات الصدا في ظروف الإصابات التي جمعت خلال عمليات المسح الميداني في حقول المزارعين، بما في ذلك عينات من الصدا والنباتات المضيفة، وبيانات المشتل الزراعي.

وتكون جي سي آر إم إس (GCRMS) على أساس النموذج التشغيلي وتدفع بيانات نظام المعلومات للجراد الصحراوي من منظمة الأغذية والزراعة. وستؤسس نقطة مركزية دولية مكرسة في مقر منظمة الأغذية والزراعة في روما لتشغيل وصيانة النظام. وفرق وطنية متكونة من معاهد البحوث وحماية النباتات تحت إشراف مراكز التنسيق الوطنية في كل بلد ستكون مسؤولة عن إجراء دراسات استقصائية ميدانية لجمع وتسجيل البيانات المسندة جغرافياً (باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع) في استمارة موحدة (أنظر الصفحة الأخيرة). والاستثمارات المكتملة ستُرسل إلى جي سي آر إم إس أي إف بي في روما. وترسل العينات إلى معاهد البحوث المتقدمة لتحليل الجنس، ثم ترسل النتائج إلى روما.

سيتم إدارة البيانات الميدانية والبيئية تحت نظام المعلومات الجغرافية حيث يتم تحليلها من قبل أي إف إيه والأرشيف. ونظام المعلومات الجغرافية (جي أي إس) سوف تتألف من اثنين من عناصر المراجع الجغرافية: - قاعدة بيانات مركزية والخرائط والنماذج المنفصلة، مثل نموذج مسار الذي يقدر كيفية هجرة بوجي 99 وغيرها من قواعد البيانات التي تعدّها سي آر إم إم واي تي (CIMMYT) وأي سي إف دي إيه (ICARDA)، ستندمج في نظم المعلومات الجغرافية (جي أي إس). وقد أحرز تقدم كبير حتى الآن من جانب كل من المراكز الدولية. وجي سي آر إم إس (GCRMS) ستسمح لأي إف بي (IFP) للقيام بنظرة عامة على نطاق دولي مجددة من الأحوال وتساعد في إعداد معلومات فعالة التي تتوافق مع احتياجات الشركاء.

عناصر النجاح

وإذا كانت جي سي آر إم إس قد أصبحت نظام المعلومات الناجح والفعال، يجب أن تؤخذ ثلاثة عناصرها الرئيسية بعين الاعتبار:

(1) قواعد البيانات التعاونية تتطلب تحديد الشراكات والحفاظ عليها:

إنشاء شبكات للمعلومات بين بلدان متفاوتة المستويات الاقتصادية وثقافات مختلفة متناثرة عبر عدة قارات لا يتحقق في ليل واحد. واستغرق أكثر من ثلاثة عقود قبل أن بدأت منظمة الأغذية والزراعة تعمل وأصبحت نظام المراقبة الموثوق بها. ولذلك، لا بد تحديد شركاء مهتمين بها وتوفير الدعم اللازم إليهم حتى يمكن لهم المساهمة في توفير جودة عالية من المعلومات إلى شبكة البيانات وقواعد البيانات. ومن الممكن أن ينتقد بأن الحكومات تؤسس نقطة مركزية وطنية ذات المؤهلين تأهيلاً جيداً، وحيوية، يمكن أن تعمل بفعالية مع الآخرين. أي إف بي سوف تقوم بزيارات منتظمة إلى بلدان مختلفة لتوفير الدعم التقني والتدريب خلال العمل للتأكيد على حسن سير الشبكة في جمع البيانات وتسجيلها ونقلها وتحليلها.

(2) يجب على البلدان أن تكون على استعداد لمشاركة البيانات

ومنذ أن الجرثومة يوجي 99 قد أصبحت من الآفات العابرة الحدود، من المهم أن يؤخذ منظور عالمي لوجودها فضلاً عن تهديدها محتمل. ولا يمكن تحقيق ذلك إلا إذا كانت البلدان تقوم بما يلزم من الدراسات الاستقصائية في الميدان، وتشارك النتائج مع أي إف بي في روما. لتحقيق هذا الهدف لابد أن تصاغ علاقات العمل المتينة بين أي إف بي، وإن إف بي ومساحي الحقل. وإذا كانت أي بلدة لا ترغب في إشتراك بياناتها، فيمكن أن تظهر هناك ثغرات كبيرة على المستوى الدولي، التي تؤثر في القرارات والسياسات والبحوث على المستوى الوطني والإقليمي والعالمي.

(3) يجب إدارة البيانات الحساسة فعلاً بطريقة مسؤولة:

هناك خطر يتمثل في أن بعض الدول قد تمنع عن تبادل البيانات لأنها تشعر بأنها قد تشمل على معلومات حساسة فعلاً. من أجل تخفيف هذه المخاوف، يمكن وضع بعض إجراءات ومنهجيات محددة داخل جي سي آر إم إس لكي لا يكون إعادة توزيع البيانات الميدانية الأولية الواردة من البلدان إلى أطراف ثالثة. ويمكن أن تنظم ترتيبات متعلقة بالسرية حسب الاقتضاء.

نقاط المناقشة

وخلال المناقشة، يُقترح بأن المشاركين يشيرون إلى ما يجب من المعلومات والمنتجات المطلوبة في بلدانهم، وما هي الأصناف المطلوبة، وكما في أغلب الأحيان وبأي وسيلة ينبغي أن تكون هذه المنتجات مجهزة التي تقدمها منظمة الأغذية والزراعة.

الخاتمة

إن الـ 99 يوجي يشكل تهديداً خطيراً على الأمن الغذائي العالمي، الذي لا ينبغي تقديره بقدر قليل. وهناك حاجة جماعية لمكافحة هذا المرض لكن هذا يتطلب من جميع الشركاء - أي البلدان المتضررة أو تلك التي هي عرضة للخطر، وحماية النباتات والخدمات الوطنية ومعاهد البحوث، والباحثين، والمنظمات والمراكز الدولية، والمستثمرين - أن يشاركوا بنشاط. لا يكتسب شيء من الانعزالية وكل شيء يمكن الحصول عليها من العمل معاً، والتعاون وتبادل المعلومات.

استمارة مراقبة صدأ الحبوب العالمي

اسم المساح: _____
 البلد / المؤسسة: _____
 تاريخ المسح (يوم / شهر / سنة): _____ / _____ / _____
 اسم الموقع: _____
 خط العرض (درجات عشرية): شمالاً
 الطول (درجات عشرية): شرقاً
 ارتفاع: _____ متر

المحاصيل 0 التجربة 0 الأعشاب 0 تزرع على جوانب الطرق 0
 المحاصيل: قمح الخبز. قمح طبلي والشعير والشوفان أخرى

مرحلة النمو: الفلاحة الإزدهار النضج
 حجم مساحة الحقل: _____ هكتار أصناف: _____

المرض	صدأ جذع	صدأ أوراق	صدأ تخطيط	لا شيء
الكثافة	(- منخفض + مرتفع			
الشدة (%)				

هل تم جمع عينة الصدأ؟: نعم لا

رقم هوية العينة: _____

التعليق / الملاحظة: _____

يتناول الموضوع أربع ظواهر مهمة، (أ) الاختيار بمساعدة المعلم، (ب) التربية المكوكية (ج) عملية هرم الجينة، و (د) المقاومة الدائمة. هذه هي المبادئ المشتركة لتمكين الأدوات الحديثة للتكنولوجيا الحيوية من التكامل في تربية النباتات التقليدية التي تسعى جاهدة لتقديم وتطوير أصناف مقاومة للأمراض.

1. الاختيار بمساعدة المعلم:

خلال العقد الماضي ونصفه، قد اعتمدت تربية النباتات أدوات التكنولوجيا الحيوية الحديثة التي تجعل هذه العملية أكثر دقة من ذي قبل. وصفت هذه التكنولوجيا بوجه عام بـ "الاختيار بمساعدة المعلم". إن الاختيار بمساعدة المعلم هو عبارة عن عملية الاختيار من أجل التعبير بشكل مرغوب فيه عن خصيصة مثل المقاومة لمرض دون قياس التعبير. في الواقع- عن أية خصيصة. المعلمات الجزيئية ليست سوى امتدادات بسيطة للحمض النووي في كائن حي موجود في نفس الكروموسوم (الذي هو موقع للحمض النووي في كل كائن حي) في ترابط محكم مع الجينة أو الجينات أو المناطق المقاومة في الكروموسوم (المسماة أيضا بـ المحال الكمية للسمة QTLs). وهي مرتبطة بطريقة أنه إذا ما لوحظ أي معلم مرتبط بأية جينة خاصة بالمقاومة من بين مجموع عينة الحمض النووي، فمن المؤكد أن النبات في الأرحح سيكون أيضا مقاوما للمرض. وهكذا، فهذه التكنولوجيا غنية عن أي اعتماد على البيئة لاختيار أي نبات. السمة الوحيدة التي تحد من فاعليتها هي الدقة التي بها يتم رسم خرائط الترابط بين المعلمات الجزيئية باعتبارها مرتبطة مع الجينات للمقاومة للمرض. فعلى سبيل المثال، سوف يعتمد كل مرض في انتشاره على الظروف المناخية المواتية للكائن المسبب للمرض (الكائنات الممرضة)، و حمل عدواها (إما في الهواء والماء والتربة أو البذور) وتوافر النبات المضيف الحساس. وفي حالة فوات أي واحد من هذه الثلاثة، لا يحدث المرض.

إن مربّي النباتات يعملون منذ مدة من الزمن على استخدام سمة من سمات المقاومة الموروثة للمرض الموجودة في الأنواع النباتية لتطوير صنف من الأصناف المقاومة للمرض. عمليات المزج (التهجين) بين النبات المانح المقاوم والصنف الحساس تتأثر بسبب الاختيار لنقل خصيصة المقاومة إلى الصنف الحساس. ويتم ذلك عن طريق الاختيار المستمر للنباتات المقاومة للمرض في كائنات ذراري المحاصيل. ولكن، بسبب الاعتماد على عوامل متعددة بما فيها تلك التي هي خارج السيطرة البشرية المرتبطة بالظروف المناخية أو بسبب عدم وجود لقاح الكائنات الممرضة أو تلك التي هي عترات خبيثة بوجه خاص على معظم الأصناف (العترات هي التي تعرف أيضا بإسم السلالات التي يمكنها أن تصيب المقاومة المضيفة بالعدوى بطرق مختلفة في الأصناف المختلفة)، فإنه سيكون من المستحيل التأكد التام من أن ذراري النباتات المقاومة المختارة هي مقاومة بالفعل بسبب وجود الجينات المقاومة فيها. ومن الممكن تماما أنه بسبب العوامل المذكورة أعلاه لم يظهر المرض على معظم النباتات، وبالتالي فإن النبتة الحساسة سوف تتصرف مثل النبتة المقاومة.

إن الاختيار بمساعدة المعلم يزيل هذا الغموض الذي يرتبط بالاختيار المعتمد على البيئة التقليدية لمقاومة المرض.

وذلك لأن المعلمات لديها القدرة على اكتشاف المقاومة في نبتة حتى ولو لم تكن النبتة مهددة بمسببات المرض أو سلالاتها.

2. التربية المكوكية

التربية المكوكية هي تقنية لزراعة المحاصيل التي تنطوي على زراعة اثنين من المزروعات على التوالي في عام واحد-على سبيل المثال، واحد في موسم الصيف في موقع حيث ظروف النمو مواتية، وبعد ذلك نقل النباتات إلى موقع آخر جديد خلال موسم الشتاء حيث الظروف مواتية لنمو النباتات في الشتاء، وذلك من أجل اختيار نوع النبات المرغوب فيه في أي نوع واحد من الظروف أو كليهما. وهذا يجعل عملية تربية النباتات أسرع بضعفين في حين أنه يعطي أيضا خيارا إضافيا للاختيار في موقعين وتقييم نبات واحد وما يعقبه من النتائج لملاحظة اتساق الأداء من قبل اثنين من الأجيال المناوبة في إطار بيئة متنوعة في السنة. هذا النهج يقوم على الفور بتقييم ذرية تم اختيارها لتثبيت السمة للتعبير عن المقاومة للمرض في مواقع متعددة. وهذا مفيد للغاية بوجه خاص عندما يقوم أحد باختيار النباتات لمقاومة الأمراض.

لقد ظلت التربية المكوكية في الممارسة في القمح لمقاومة الصدأ المخطط وصدأ الورقة وصدأ الساق في المعهد الهندي للبحوث الزراعية في نيودلهي ومراكزها الإقليمية الواقعة في شمال الودي لجبال الهيمالايا، وهي لاهول سبتي، وتلال نيلجيري في الجنوب، منذ سبعين عاما أو أكثر. يقوم هذا المفهوم على ترقية الجيل إلى جانب تقييم للاختيارات ضد سلالات الصدأ من المناطق المتنوعة للغاية. وهذا يشبه اختبار سيارة في السهول والتلال لاختبار أدائها المتسق في جميع الأحوال والظروف.

الدكتور بي في بال الراحل الذي فتح عدة مراكز لتربية القمح مثل شيملا في هيماشال براديش، واندور في ولاية ماديا براديش، وويلينغتون في تاميل نادو في الثلاثينات من القرن العشرين قد تخيل الفائدة من موسمين واثنين أو أكثر من المواقع التي لديها تنوعها وتباينها المناخي في البيئة وكذلك نطاق المرض وذلك لتحديد أنجع الذراري النباتية التي من المتوقع أن تمتلك هذه السمات التي تناسب مثل هذه الظروف المتنوعة عند ما يتم اختيارها لأفضل الأداء في كل موقع. وكان من المتوقع أن هذه الاختيارات ربما تكون أكثر استقراراً في تقديم الأداء الفعال في مختلف الظروف الايكولوجية الزراعية التي تمنح طابع التباين الزراعي لبلد مثل الهند. بيد أنه تم تحديدها أساساً بوصفها استراتيجية مفيدة للتربية السريعة على نحو يمكن التنبؤ به لتكيفها الأحسن لظروف متنوعة وذلك من قبل الدكتور نورمان بولراغ، الذي كرس فرقة تتضمن أكثر 30 من العلماء المتخصصين في القمح التي كانت تعمل لدى CIMMYT لمشروع التربية المكوكية الذي ضم اثنين من المراكز التجريبية في المكسيك التي تم استخدامها على التوالي لتطوير اصناف جديدة من القمح. الموقعان اللذان تم استخدامهما كانا مركز سيوداد أوبريجون؛ موقع جاف يقع على مستوى سطح البحر في شمال غرب المكسيك، وتولوكا، مكان مرتفع بارد البيئة بالقرب من مدينة مكسيكو. ولأن درجات الحرارة، والأمراض، وغيرها من الظروف اختلفت اختلافاً جدياً بين الموقعين، فإن خطوط القمح التي نمت وازدهرت في كل من الموقعين من المتوقع أن تتكيف مع البيئات المتنوعة للزراعة. وكمافاة إضافية، فإنه بمجرد نقل البذور المختارة من موقع إلى آخر، كان من الممكن تربية جيلين في السنة، و عن طريق ذلك أمكن تخفيض الوقت بالنصف اللازم لتطوير صنف جديد.

3. عملية هرم الجينة

إن مصطلح عملية هرم الجينة في تربية النباتات يستخدم للدلالة على نشاط البناء في صنف واحد أكثر من جينة واحدة بالنسبة لخصيصة حتى يتعزز التعبير عن الخصيصة. وعادة ما يمكن أن تكون جينتان أو في بعض الأحيان أربع جينات توضع معا في صنف واحد. وذلك يعني أن يكون هناك اثنتان من الجينات، على سبيل المثال Sr25 و Sr26، اثنتان من الجينات المقاومة لمرض صدأ الساق في القمح. ومن حيث الارتقاء، إذا كان هناك واحدة من الجينات المقاومة في صنف واحد التي هي قادرة على حماية الصنف ضد السلالات أو العترات الحالية من صدأ الساق في منطقة معينة، على مدى فترة 4-5 سنوات في المعدل، فإن الكائنات الممرضة تطرح الأصناف الوراثية المختلفة الجديدة عن طريق عملية عشوائية من الطفرة الوراثية التي يمكنها أن تطور القدرة على التغلب على مقاومة الجينة. ولكن إذا وضع كل من جينتي Sr معا في نفس الصنف، فإن تواتر الأصناف المختلفة في العترة التي يمكنها أن تتحول (تطفّر) لتؤثر على المقاومة من جانب كل من هذه الجينات هو منخفض جداً بالمقارنة مع التواتر في حالة كون واحدة من الجينات المقاومة فقط موجودة. وإن هذا يستغرق وقتاً أطول لأصناف الكائنات الممرضة في مواجهة مقاومة مهزلة أكثر من واحدة مبنية على الجينة.

ومن الناحية الفنية، كل جينة من الجينات يمكن تمييزها عن غيرها عندما تكون هناك واحدة أو أكثر من سلالات مسببات صدأ الساق التي يمكنها التغلب بنجاح على المقاومة الوراثية لواحدة من الجينتين ومجموعة أخرى من السلالات / السلالات التي يمكنها التغلب على كلتا الجينتين. ولكن في أكثر الأحيان، هناك عدد غير قليل من الجينات Sr التي لا توجد لديها - بالضرورة - أية سلالة يمكنها أن تتفاعل بشكل مختلف مع أي من الجينات. ولكن عدم وجود السلالات من الكائنات الممرضة التي يمكنها أن تميز بين هذه الجينات Sr (المشار إليها باسم السلالات التفاضلية)، سوف يجعل من المستحيل الكشف عن وجود أي من الجينات في مجموعات في كائنات التربية من خلال الوسائل التقليدية. ومن هنا، فإن دور المعلمات الجزيئية يحتل الأهمية القصوى، لأن المعلمات الجزيئية المرتبطة بكل من هذه الجينات المهزلة على حدة، بإمكانها أن تساعد المرينين في التقاط المجموعات المختلفة حسب رغبتهم في ذرية النباتات من بين النباتات المهزلة بين الصنف الحساس للمرض وخطوط الأصناف المانحة التي تحمل الجينات المقاومة للمرض بدقة بدون الاعتماد على التعبير عن المقاومة أو الفحص للمقاومة.

4. المقاومة الدائمة

في أواخر السبعينات، لوحظت ظاهرة المقاومة للمرض كما هي موجودة في العديد من أصناف النبات التي، كما يبدو، تظهر مستوى عالٍ من التسامح لمرض الذي يتراوح من مقاومة شديدة الحساسية إلى مقاومة منخفضة لجميع السلالات من الكائنات الممرضة، حتى بعد زراعة صنف من الأصناف لفترة طويلة من الوقت نسبياً في مناطق واسعة. وقد لاحظ الدكتور روي جونسون من المملكة المتحدة واحدة من هذه الحالات في القمح ضد الصدأ المخطط في صنف معين، وهي سمة وصفها بـ "المقاومة الدائمة". المقاومة الدائمة بوصفها مفهوماً عبارة عن القدرة النسبية لصنف كان تحت الزراعة لفترة طويلة قد تتجاوز خمس سنوات وذلك في مناطق واسعة في وقت واحد. الحقيقة من منظور علم الوراثة وراء هذه الظاهرة هي إما إن وجدت هناك مقاومة كمية تحكمها QTLs أو مجموعة من جينات محددة، أكثر من واحد في العدد.

نهج متكامل للتربية المكوكية وعملية هرم الجينة بمساعدة المعلم لتحقيق المقاومة الدائمة للصدأ Ug99

وكما هو موضح أعلاه، فهناك العديد من الجينات المقاومة لصدأ الساق (جينات Sr) مثل Sr22، Sr25، Sr26، Sr27، Sr32، وما إلى ذلك، وهي مقاومة لخبيث Ug99. والمطلوب هو استخدام المعلمات الجزيئية "المعلمة" كما ترتبط مع هذه الجينات للاختيار في كائنات التربية التي تم توليدها عن طريق تهجين الصنف الجيد الحساس مع الاصناف المانحة المقاومة التي يعرف أنها تحمل هذه الجينات. وبالإضافة، يمكننا أن نستخدم المعلمات الجزيئية التي هي نموذجية ومتباينة في تعبيرها عن تلك

التي هي موجودة في النباتات المانحة من أجل اختيار أكثر الميزات المرغوب فيها لذلك الصنف وذلك عن طريق استخدام عمليات تربية التهجين الخلفي بمساعدة المعلمات الجزيئية. ومن بين هذه النباتات، فإن النباتات المقاومة لـ Ug99 التي تم اختيارها باستخدام المعلمات يمكن أن تنقل عبر مختلف المناطق للتأكد من مقاومتها لصدأ الساق بوجه عام ولـ Ug99 بوجه خاص، وتحديد مجموعات من الخطوط المهزومة في النباتات المختارة المستقرة لنقل المقاومة الدائمة بالإبقاء على صفات الإنتاجية العالية الأساسية للصنف الأصيل. هذه الاستراتيجيات قد استخدمت بنجاح ضد صدأ الورقة في نبات القمح، ولفحة الورقة في نبات الأرز، ولعلها واحدة من الاستراتيجيات الأكثر وثوقاً بها في تخفيف التهديد الذي قد شكله مرض Ug99.

استراتيجية الحجر الصحي، التثقيف والتوعية .
أركيه خيترابال ، وفي. سيليا تشالام

تقسيم الحجر الصحي للنبات ، المكتب الوطني للموارد الوراثية النباتية ، نيودلهي - 012 110 ، الهند .

إن التهديد العالمي لإنتاج القمح من عنصر Ug99 لـ *Puccinia graminis tritici* ، وهو العامل المسبب الفتاك لصدأ الساق أو الصدأ الأسود، وشيك جدا ولا يمكن التغاضي عنه. وقد تسبب *Puccinia graminis tritici* تاريخيا في خسائر فادحة لإنتاج القمح في جميع أنحاء العالم. إن كشف مرض Ug99 الذي ينتشر عبر الهواء (المعروف أيضا باسم عنصر TTKS) هو أمر بالغ الأهمية لأن معظم الأصناف الجديدة من القمح المزروعة حاليا في مسار هجرتها المحتملة ، أي شرق أفريقيا وشمال أفريقيا ، مرورا بشبه الجزيرة العربية ومنطقة الشرق الأوسط وآسيا ، هي عرضة للإصابة بهذا العنصر نظرا لأن البيئة في هذه المناطق مواتية لنمو هذا المرض. ومن أجل منع دخول Ug99 إلى منطقة سارك (اتحاد دول جنوب آسيا للتعاون الإقليمي) بما فيها الهند ، يجب اتخاذ إجراءات مناسبة على الصعيد الإقليمي. علما بأن استراتيجية الحجر الصحي للتصدي للتهديد الناجم من هذا العنصر من المرض يتطلب مراقبة مكثفة من خلال المسح المكثف والمراقبة الشديدة. ولذا، فإن الكشف السريع والحساس و الفعال سوف يؤدي إلى الإنذار المبكر والاستجابة السريعة واستراتيجيات لتخفيف وطأة المرض..

وفي الواقع، يمكن اكتشاف صدأ ساق القمح بسهولة برؤية الأضرار المتبوعة على السيقان والأوراق و الحسكات لنباتات القمح المتأثرة بالعدوى و التي يمكن التعرف عليها من قبل العاملين المتدربين في مجال القمح. ويمكن كشف عنصر Ug99 عن طريق زرع "الفخ" في قطعة المشتل في الأماكن المستهدفة. ويشمل هذا المشتل خطوط القمح التفاضلية التي تتضمن مزيجا محددًا من الجينة (الجينات) المقاومة للصدأ . ومن ثم ، من الضروري إجراء تحليل العنصر والتنوع الجيني على المستوى الجزيئي. معلمات تكرار السلسلة البسيطة (اس اس آر)، التي تشير إلى أن مجموعة عنصر Ug99 متميزة من جميع العناصر المعروفة، متاحة الآن.

يجب الشروع في إجراء دراسة عادية وبرنامج للمراقبة باستخدام ديناميات مكانية وزمانية وارتقانية لصدأ القمح تمشيا مع المعايير الدولية لتدابير الصحة النباتية في ضوء "المبادئ التوجيهية للمراقبة" بموجب الاتفاقية الدولية لحماية النباتات، وذلك من أجل الكشف المبكر للمرض ، و احتوائه والقضاء عليه . يجب تحديد بروتوكولات التشغيل المعيارية (SOPs) للمراقبة . ومن المهم على السواء رصد محصول القمح بشكل فعال مع ضمان أن تكون جميع مناطق زراعة القمح مشمولة. كما أن هناك حاجة ملحة لتحديد مجالات المخاطر المحتملة حيث تتوقع الغارات الأولى القادمة إما على طول مسار *Puccinia* أو من خلال وسائل أخرى. الدراسات المجراة خارج الموسم تبين أن هذا العنصر يبقى حيا على المضيفات الأخرى. و من المؤكد أن نظام المعلومات الجغرافية (GIS) سوف يكون مفيدا في تتبع ومراقبة العوامل الممرضة.

وعلى الصعيد الوطني ، هناك حاجة إلى تعزيز قدرات تشخيص أمراض الصدأ مع إشارة خاصة إلى التشخيص الجزيئي وإلى إنشاء مختبر وطني مرجعي لتشخيص الصدأ من شأنه أن يقوم بتسهيل الكشف المبكر للمرض، واحتوائه والقضاء عليه. و يمكن إرسال عينات صدأ الساق بعد جمعها إلى مثل هذا المختبر المرجعي وذلك للتحقق من العنصر. وعلى المختبر الوطني المرجعي لتشخيص الصدأ أن يقوم بتحديد بروتوكولات التشغيل المعيارية للتشخيص. كما أن من شأن التدريب الميداني أن يمكن الباثولوجيين الإضافيين والموظفين الميدانيين من التعرف على العوامل الممرضة. إضافة إلى ذلك، نحن بحاجة إلى تعزيز مرافق البنية التحتية والقدرات التشخيصية لدى أفراد الحجر الصحي في مواقع الدخول.

ونحن بحاجة لضمان ان لدينا نظاما لرصد حدوث الصدأ من عنصر Ug99 في المنطقة. كما أن الباحثين والمسؤولين في إدارات الزراعة التابعة للدولة بحاجة إلى تدريب خاص على رصد حركة Ug99 مع إشارة خاصة إلى كشفه. وينبغي أن ينصح المزارعون برش مبيدات الفطريات المناسبة مثل Propiconazole وTilt سرعان ما تلاحظ بثرات الصدأ على محصول القمح.

ورغم أن Ug99 لا يتولد من البذور ، إلا أن احتمال انتشاره عن طريق حطام النبات أو عن طريق تلوث البذور خلال تبادل حبوب القمح للاستهلاك / الجبلة الجرثومية، لا يمكن استبعاده. ولذلك ، ينبغي أن تضمن عملية الحجر الصحي للقمح المستورد أن Ug99 لا يتم نقله من خلال حطام النبات. وأما بالنسبة للشحنات الكبيرة المعنية للاستهلاك ، فإنه يجب تطوير منهجية لاختبار الدفعة عن طريق اتخاذ الإجراءات الإحصائية المناسبة وذلك لضمان عدم وجود Ug99.

وفي الهند ،استيراد القمح مسموح به بغرض الاستهلاك أو لأغراض البحث ، ولكن ليس لغرض البذر. وخلال عملية الحجر

الصحي يجب ايضا رصد المستوى المسموح به من الحطام ، والحبوب المفرومة وغيرها في الشحنات الكبيرة و ذلك لتجنب أي احتمال انتشار UG99 . أوغندا واثيوبيا وكينيا واليمن وايران هي من البلاد التي لوحظ فيها وجود UG99 ، وإن هذه الدول مستوردة للقمح وليست مصدرة له. ولكن بما أن إيران وجد بها UG99 حسب التقارير الواردة، ولها حدود مشتركة مع باكستان ، فإن هناك حاجة لمنع انتشار UG99 إلى باكستان، وعن طريق باكستان إلى غيرها من البلدان المجاورة، مثل الهند.

إن تهديد UG99 الذي يتمثل لزراعتنا ينبغي أن يتم توضيحه لعامة الجمهور ، لا سيما في أوساط المزارعين في مناطق زراعة القمح. كذلك وينبغي تشجيع المزارعين على زراعة أصناف القمح ذات الجينات Sr25 و Sr26 التي أظهرت مقاومة لعنصر UG99. فضلا عن المزارعين ، يجب تنظيم حلقات العمل لبث الوعي بين مسؤولي الحجر الصحي / الجمارك ، وإدارات الزراعة التابعة للدولة ، والجامعات الزراعية وما إلى ذلك. كما ويلزم طباعة النشرات حول UG99 ونتائجه السينة في اللغات المحلية وتوزيعها على المزارعين بصورة مباشرة أو من خلال آلية تمديد مكثفة. ويمكن أيضا استخدام الوسائل السمعية والبصرية مثل أجهزة الراديو والتلفزيون لزيادة الوعي العام بهذا المرض. ومن أجل توعية المنتجين والباحثين وصانعي القرار في منطقة اتحاد دول جنوب آسيا للتعاون الإقليمي،التواصل الدولي أمر بالغ الأهمية. وينبغي أن نكون على استعداد للتواصل وتبادل البيانات في الوقت المناسب داخل المنطقة إذا ما اكتشفنا فوعة جديدة أو أي رد فعل غير متوقع.

إن دول سارك بحاجة إلى إنشاء شبكة من أجل مسح ومراقبة انتشار UG99 في المنطقة، كما وينبغي وضع استراتيجية مشتركة لاحتوائه والقضاء عليه. و إن هذا يدعو لإنشاء نظام للإنذار المبكر و الاستراتيجية الإقليمية للاستجابة السريعة لاستئصال اللقاح ، إذا ما تم إدخاله. وأخيرا ، فإن تبادل المعلومات والتواصل في الوقت المناسب ، و البحوث التعاونية في مجالات علم الأوبئة مع التركيز على بيولوجيا الهواء للبوغات ، و منهجية الكشف فضلا عن تنسيق أنظمة الحجر الصحي كل أولئك بالغ الأهمية للتخفيف من تهديد المرض و حماية المنطقة من الدمار.

مفاهيم وممارسات مراقبة الأمراض بما فيها أخذ الصور والتتبع بمساعدة نظام المعلومات الجغرافية

أعمر يحيوي، حكومارسي نزارى، كديف هودسون، كيث كرسمان، كؤفا خوري؛ كعثمان عبد الله

لمنسق برنامج تحسين القمح لدى "ايكارد" و"سيميت"؛ كجاثولوجي الحبوب، ايكاردا؛ كمتخصص في نظام المعلومات الجغرافية، سيميت؛ كموطف التنبؤ بالجراد لدى منظمة الأغذية والزراعة / DLIS ؛ كالموظف الزراعي لدى AGPP / منظمة الأغذية والزراعة ؛ كمربي خبز قمح الربيع، ايكاردا.

لا تزال أمراض صدأ القمح من بين مسببات الأمراض النباتية الأكثر دماراً على الصعيد العالمي. أنواع الصدأ الأكثر شيوعاً هي صدأ ساق القمح أو الصدأ الأسود (*Puccinia graminis f. tritici*)، الصدأ المخطط أو الصدأ الأصفر (*Puccinia striiformis tritici*)، وصدأ الورقة أو الصدأ البني (*P. recondita*). ورغم أن ظروفها البيئية المثلى تختلف فيما بينها قليلاً، إلا أن هذه الأنواع من الصدأ موجودة في العالم كله، حيثما يزرع القمح. وهي غالباً ما تكون موجودة معاً في حقل واحد، خلال مراحل مختلفة من تربية القمح وفي مختلف درجات الشدة. يعتبر الصدأ، وخاصة من نوعي صدأ الساق والصدأ المخطط من أهم المعوقات الأحيائية لإنتاج القمح بشكل مستديم في البلدان النامية. ويرجع هذا إلى قدرة الكائنات الممرضة على التطور بسرعة إلى سلالات جديدة وهجرتها إلى مسافات طويلة عن طريق انتشارها عبر الجو.

لقد شهد العالم في الثمانينات والتسعينات سلسلة من الأوبئة الكبيرة من الصدأ الأصفر في القمح (الصدأ المخطط) الناجمة عن *Puccinia striiformis* (Fig1 Yr9 مسار الخبث). وكان ذلك نتيجة لانهايار الجينة المقاومة للصدأ الأصفر Yr9، الموجودة في عدة مزرعات صينية. انتقلت السلالة الخبيثة لهذا الصدأ من شرق أفريقيا عن طريق اليمن و الشرق الأدنى إلى آسيا الوسطى، والهند وباكستان. وقد تسبب ذلك في خسائر فادحة في المحاصيل التي تبلغ قيمتها مئات من ملايين الدولارات وأثرت على سبل معيشة الملايين من المزارعين الفقراء. إن الأثر المحتمل لصدأ القمح خطير بوجه خاص، لا سيما في مناطق وسط وجنوب آسيا، والشرق الأدنى وشمال أفريقيا، التي تمثل نحو 23 ٪ من منطقة القمح العالمية. وفي عام 1999، تطور شكل خطير من مسبب مرض صدأ ساق القمح في مرتفعات يوغندا، والآن صار معروفاً بمصطلح Ug99. نوع الكائن الممرض هذا خبيث للغاية وقادر على التسبب في أضرار مدمرة لمعظم أصناف القمح في العالم. وهي تشمل معظم الأصناف الشعبية في بلدان مثل كينيا، واثيوبيا، واليمن، و مصر، و السودان، وتركيا، وإيران، وأفغانستان وباكستان، وجميعها تقع في المسار المحتمل لـ Ug99. ولقد أصبح رصد تطور هذه السلالة الجديدة من صدأ الساق "Ug99" وهجرتها أمراً فائق الأهمية للأسباب التالية: (1) العديد من المزرعات التي تزرع حالياً تحمل جينات المقاومة الخاصة بالسلالة التي يوجد لديها المدى القصير من العمر (2) تجري زراعة نفس المزرعات على مساحات واسعة في أكثر من بلد واحد؛ (3) نفس الجينات التي تمنح خصوصية المقاومة لعدة أنواع الصدأ تم إدخالها في الأصناف المزروعة في مختلف البلدان، و (3) غالبية الأصناف المزروعة حالياً في جميع أنحاء العالم. يظهر الجدول 1 أمثلة على رد فعل اصناف القمح من البلدان المتعرضة للخطر المباشر، عندما تم تعريضها لخبث Ug99 في نجورو، كينيا.

وفي عام 1995 أجرى زادوكس دراسة ميدانية تجريبية حول الصدأ ضمن "المشروع التجريبي الدولي بشأن الصدأ الأصفر". وقد تضمن هذا المشروع اختبار الأصناف التجريبية في عدة مواقع في أوروبا وأماكن أخرى. إنه أظهر أن تباين مسببات الأمراض المتعلق بالاختبار الميداني في المواقع المتعددة للأصناف المختلفة قد وفر معلومات موثوق بها عن حدوث الصدأ الأصفر وعن التباين النسبي للكائنات الممرضة. هذا وقد تم الانتهاء من تحليل السلالة الذي قام به الدكتور رون ستابس الراحل والذي فيما بعد تمكن برفقة الدكتور جين ساري من "سيميت" تمكن من توفير المعلومات لكافة البرامج الوطنية المعنية. وقد اعتمد "سيميت" عملية اختبار التكاثر منذ أوائل السبعينات وشمل رصد أنواع الصدأ.

هجرة مسببات أمراض الصدأ على النطاق الواسع وقلة التسهيلات والخبرة في بلدان CWANA حفزت الحاجة إلى إقامة شبكات إقليمية بشأن الصدأ. وفي منتصف السبعينات قد قام "ايكاردا" بإطلاق شبكتها الأولى في وادي النيل والبحر الأحمر التي كانت في السابق لا تغطيها شبكة "ساري"، وشملت بلدان مصر، واثيوبيا، والسودان، واليمن. وتم إقامة المزيد من شبكات الصدأ في منطقة CWANA في التسعينات والتي امتدت لتغطي جميع أنواع الصدأ حتى عام 2000؛ ومنذ عام 2005 انصب التركيز بشكل كبير على صدأ الساق من أجل رصد انتشار Ug99.

إشبات مراقبة صدأ الحبوب في منطقة CWANA

تم إجراء رصد الصدأ في الحبوب من قبل ايكاردا وNARS منذ بداية الثمانينات. وقد كانت ولا تزال شبكة الصدأ لمنطقة البحر الأحمر ووادي النيل من أقدم الشبكات التي تم تمويلها من أموال ايكاردا الخاصة بالمشاريع الأساسية والمخصصة.

◀ شبكة الصدأ في الحبوب لمنطقة وادي النيل والبحر الأحمر شملت مصر واثيوبيا والسودان واليمن؛ أنشئت في منتصف عام 1980.

◀ أنشئت شبكة الصدأ وأمراض الحبوب في غرب آسيا وشمال أفريقيا في منتصف التسعينات، وشملت بلدان المغرب، والجزائر، وتونس، وسوريا، والعراق، وإيران، وتركيا.

◀ انشئت شبكة الصدا الأصفر لوسط وغرب آسيا بعد المؤتمر الإقليمي الأول حول الصدا الأصفر الذي عقد في إيران في عام 2001. وشملت هذه الشبكة القوقاز (أذربيجان، أرمينيا، جورجيا)، وآسيا الوسطى (كازاخستان، قيرغيزستان، طاجيكستان، تركمانستان، أوزبكستان)، وغرب آسيا (لبنان، إيران، باكستان، سوريا، تركيا)، وقد تم تمويلها جزئياً من قبل ACIAR وبالتعاون مع PBI (استراليا) SPII (إيران)، وايكاردا وسيميت.

وكانت الشبكة الصدا قائمة على الدراسات الميدانية وتقييم مشاتل الاصطياد.

مفاهيم حول مشاتل اصطياد رصد الحبوب

ويشمل مشتل الاصطياد الخطوط التفاضلية، والمزروعات المتماثلة الخطوط تقريبا التي تحمل الجينات المقاومة المعروفة في خلفية مختلفة، والمزروعات التي تزرع في مناطق واسعة في البلدان المستهدفة، و صفوة المزروعات. ويتم تحديث وتنقيح تكوين مشتل الاصطياد كل 3 سنوات.

- د. سوف يشار إلى مشتل الاصطياد المستهدف بـ مشتل اصطياد Ug99 (Ug99SRTN)، الذي يضم خطوط الجينة التشخيصية الرئيسية الواحدة لصدا الساق التي سوف تزرع على طول المسار المتوقع لـ Ug99 وذلك من أجل الكشف السريع والعمل العاجل (الجدول 2) ؛ وكذلك الحال بالنسبة لـ Yr27YRTN التي سوف تستهدف رصد خبث Yr27 في وسط وغرب آسيا والقوقاز، وجنوب آسيا
- هـ. مشتل الاصطياد الشامل المشار إليه بـ مشتل اصطياد صدا الساق (SRTN) أو مشتل اصطياد الصدا الأصفر (YRTN) الذي يضم الجينات المقاومة لصدا الساق و الصدا الأصفر والمزروعات التي تحمل الجينات المقاومة المعروفة وذلك لتحديد الفعالية/عدم الفعالية في المواقع المختلفة (الجدول 3)
- و. يتم تجميع مشاتل اصطياد الصدا الوطنية من قبل NARS لإرسالها إلى مختلف المناطق الزراعية داخل البلد. وتشمل هذه المشاتل مجموعة واسعة من البلازما الجرثومية المحلية (الأصناف المزروعة و صفوة الأصناف) و مجموعة مختارة ومعروفة من الجينات المقاومة للصدا. قد أنشئت مثل هذه مشاتل الاصطياد في المغرب، وإيران، وإثيوبيا، وكذلك باكستان والهند وربما الصين.

استخدام مشاتل الاصطياد (1) من شأنه أن يسمح للبلدان التي ليس لديها مرافق المختبرات والخبرة بتقييم تباين كائنات الصدا (السلالة، والتحليل، وتجارب الشتلات والنباتات البالغة باستخدام التلقيح الاصطناعي؛ 2) بالإضافة إلى تقييم جينات المقاومة في الشتلات الخاصة بالسلالة، فإن مشاتل الاصطياد توفر المزيد من المعلومات القيمة عن الاستجابات الميدانية لجينات مقاومة النباتات البالغة ومصادر جينات APR؛ 3) تفاعل الجينات المقاومة/ مصادر المقاومة للأوضاع البيئية في مختلف المزروعات العالية الإنتاجية يمكن تقييمها تحت العدوى الفطرية؛ ومن هنا تقييم الفعالية/عدم الفعالية لجينات المقاومة؛ 4) أخذ العينات من جينات المقاومة الفردية المصابة بالعدوى من أجل تحليل السلالة حيثما أمكن، سوف توفر معلومات ابتدائية عن تغير الكائنات الممرضة؛ 5) يمكن تقييم إصابة التفاضليات الاحيائية بالعدوى تحت ظروف الحقل الطبيعية وسوف يتيح مراقبة التغيرات لأنماط العدوى على التفاضليات والمزروعات التجارية وكذلك سوف يساعد في تقييم نجاعة الجينات المقاومة داخل البلد؛ 6) المعلومات الواردة من البرنامج الوطني تسمح لتوليد المعلومات سنويا من مختلف المواقع داخل كل بلد والتي يتم تقاسمها على المستويات الإقليمية؛ 7) يتم تنظيم الاجتماعات السنوية وتقديم المعلومات من قبل منسق البرنامج الوطني.

2. دراسات ميدانية

سوف يتضمن برنامج مراقبة الصدا في الحبوب ليس فقط اختبار مشاتل الاصطياد الاحيائية (التحليل المورفولوجي لكائنات الصدا الفطرية، وتقييم فعالية/عدم فعالية جينات المقاومة)؛ بل وكذلك سوف يقوم بتطوير خرائط "جي أي اس" (نظام المعلومات الجغرافية) المماثلة لتلك التي تم تطويرها من أجل رصد الجراد، و يتيح أيضا تطوير وتنفيذ نظم الإنذار المبكر و دعم القرارات، ومن شأنها أن تمكن من التخطيط في الوقت المناسب لإجراءات المراقبة والإدارة الدقيقة لأمراض الصدا. و بعد أن يتم تنفيذها، فإن المعلومات المجمعّة المشتركة سوف تمكن البرامج الوطنية من مراقبة الوضع للصدا سنويا، وسوف توفر المعلومات في الوقت المناسب عن توزيع وتركيب كائنات الصدا في مناطق القمح الرئيسية داخل بلد، منطقة، وأخيرا في العالم كله، من خلال التعاون الإقليمي/العالمي.

التعاون الإقليمي/العالمي في مراقبة تطور وهجرة السلالات الجديدة لفطريات الصدا:

إن رصد تطور وهجرة السلالات الخبيثة الجديدة ينبغي أن يكون من الأولويات الفارقة لا سيما بسبب (1) ان بوغات هذه الفطريات يمكنها ان تنتقل بسرعة إلى مسافات طويلة؛ (2) العديد من المزروعات الحالية التي تزرع على نطاق واسع هي حساسة لـ Ug99 (الجدول 2) ؛ (3) نفس المزروعات يتم زراعتها في أكثر من بلد واحد. الأوبئة التي أصابت مزروعات مستمدة من "فيرى #5" (المرتبطة بـ Yr 9) هي خير مثال حيث أن أكثر من 60 صنفا مزروعا في جميع أنحاء العالم بمسميات مختلفة تنتمي إلى أصل "فيرى" وتحمل نفس جينة مقاومة لـ Yr9. إن شعبية "كاوز" لدى المربين ربما/سوف تؤدي إلى الأوبئة. يحمل كاوز، Yr9, Yr27, و Yr18 و يوجد لديها مختلف المشتقات مثل "انقلاب 92 الذي يحمل Yr27؛

PBW343 الذي يحمل مزيجا من Yr9 وYr27؛ بختاور 94 (باكستان)؛ WH542 (الهند)؛ شام 8 (سوريا)؛ سيهان (تركيا)؛ اترك (إيران)؛ نبتة (السودان)؛ المهديّة (المغرب) "

التوترات السياسية في المنطقة غالبا ما لا تسمح للعلماء في بعض البلدان بالتعاون والتواصل بعضهم مع البعض مباشرة، وبالتالي فإن وجود مؤسسات محايدة سياسيا مثل ايكاردا وسيميت ضروري و مهم لتنسيق هذه الجهود. وسيكون من اللازم اختبار المزروعات في المواقع الساخنة خارج المنطقة، حيث أن الخبث لحينات المقاومة المهمة ربما يكون موجودا بالفعل في الكائنات الممرضة في هذه المناطق. التعاون مع معاهد البحث المتقدمة حول تقنيات أخذ بصمات الحمض النووي لمعزولات الصدا هي لازمة لتحليل مسارات الصدا في الحبوب بسبب الانتشار السريع للخبث في صدا الحبوب. على سبيل المثال، قد لوحظ في الصدا الأصفر أن الخبث (السلالات) يتطور اسرع بضعفين أو ثلاثة أضعاف من الحمض النووي العشوائي. يجري حاليا إنشاء مختبر الصدا المرجعي في دنمارك.

نظم الإنذار المبكر ونظم دعم القرارات - الصلة

إن التهديد المباشر الذي يشكله Ug99 سيجعل وضع الإطار أمرا فائق الأهمية مع الأخذ في الاعتبار المناطق الرئيسية المستهدفة وهي المناطق المنتجة للقمح في افريقيا (شرق وجنوب وشمال) والشرق الأوسط. تكلفة التقاعس سوف تفوق كثيرا تكلفة العمل المبكر. نظام لدعم القرارات (دي اس اس) سوف يساعد في تقادي الأوبئة الرئيسية. وسيكون دي اس اس همزة وصل بين جميع مكونات المشروع، ومن المرجو أنه سوف يتوسع لاحقا ليحتضن أنواع الصدا الأخرى ويغطي منطقة أوسع. ومن شأن نظام المعلومات الجغرافية (جي آي اس) أن يقوم بتكامل البيئة بشكل فعال ويقوم بتسريع الترابط فيما بين مختلف قواعد البيانات، وبالتالي يسهل عملية اتخاذ القرارات. نمذجة مسارات مسببات المرض المحمولة جوا المستندة إلى الظروف الحالية للأرصاء الجوي، وتكامل الاستشعار عن بعد، والاحصاءات الزراعية وغيرها من البيانات الثانوية، يجري جميعها لتحسين استهداف المناطق المعرضة للخطر. سيقوم دي اس اس أيضا على أساس معلومات دقيقة عن تطور الاصناف الجديدة وانتشارها لاحقا؛ فعالية الجينات المقاومة؛ تعزيز واعتماد الاصناف المتسامحة الحديثة (ذات المقاومة الدائمة) سوف يضمن استدامة الإنتاج لصغار المزارعين. سوف يتم الشروع في الاستخدام الآمن للمواد الكيميائية حيثما كان ممكنا وقليل التكلفة في حالات الطوارئ وذلك للحد من حمل اللقاح والانتشار لاحقا لسلالات خبيثة من الصدا، ومن هنا، سوف يحتاج دي اس اس إلى الارتباط ارتباطا وثيقا بمزيد من الأنشطة الاجتماعية الاقتصادية لضمان الاستخدام الكافي والمناسب للمدخلات بطريقة مجدية اقتصاديا.

إنشاء نظم المراقبة الوطنية المشبكة في نظام عالمي للمراقبة

المقومات الأساسية لشبكة مراقبة عالمية تتمثل في جهود المراقبة الوطنية الوظيفية. ولذا فإن نظم المراقبة الوطنية هي قواعد حاسمة ومهمة للغاية. تحتاج النظم الوطنية ما يلي: (1) المراقبة النشطة وفرق مشاتل الاصطياد في المناطق المعرضة للخطر؛ (2) بروتوكولات لصيانة المشاتل وتوزيعها؛ (3) المختبرات لتحديد نوع مسبب المرض مع الموظفين المدربين الذين يمكنهم بصورة جماعية إدارة تحليل العينات التي تقدمها فرق المراقبة؛ و(4) بروتوكولات لتقديمها، وضبط الجودة، والتخزين، والوصول إلى البيانات عن مدى انتشار، وشدة، وتكوين إصابات الصدا التي تم اكتشافها في المحاصيل بوجه عام، وفي مشاتل الاصطياد بوجه خاص. وتشمل البلدان المستهدفة البلدان الرئيسية المنتجة للقمح في شرق افريقيا (اثيوبيا وكينيا والسودان واريتريا)، وادي النيل والبحر الأحمر (اليمن، مصر، المملكة العربية السعودية) و الهدف الثانوي يشمل الهند، باكستان، المغرب، تونس، الجزائر، تركيا، سوريا، كازاخستان، أوزبكستان، وأذربيجان. يوجد لدى هذه الدول درجات متفاوتة من الخبرة والموارد المادية اللازمة لتنفيذ مراقبة الصدا في محاصيل القمح. سوف يقوم عالم CG بتسهيل وتصميم تنفيذ واستمرار نظم المراقبة الوطنية. كما أن علماء دوليين سوف يقومون أيضا بتنسيق التدريب اللازم، والحصول على البيانات، وتحليل البيانات. كما أنهم سوف يتكفلون بتوريد البذور من الأنماط الموروثة المناسبة لمشاتل الاصطياد.

ومن أجل التخفيف من / مكافحة التهديد الذي يشكله Ug99، وتجنب / الحد من تطور السلالات الأكثر تعقيدا من أنواع صدا القمح العابرة للحدود؛ هناك حاجة ملحة لوضع نظام عالمي لتتبع أمراض الصدا في الحبوب، وبالتالي إنشاء نظم الإنذار المبكر العالمي ونظم دعم القرارات التي من شأنها أن تساعد على تجنب خسائر هائلة في المحاصيل. ولا يمكن استمرارها من قبل المزارعين من ذوي الموارد القليلة في افريقيا ولا من جانب الشركات المزارعة التي يتعين عليها العودة إلى استخدام المواد الكيميائية التي سوف تؤدي إلى زيادة تكلفة الإنتاج كما أنها تؤثر على البيئة سلبا.

قد تم تحسين فهم NARS لتباينات مسببات الأمراض والأنماط الموروثة لفطريات الصدا من خلال بناء القدرات؛ تمت إقامة الفرق الوطنية لرصد الصدا في مختلف المناطق الزراعية الايكولوجية؛ تم إجراء الدراسات الوطنية المنتظمة خلال موسم المحاصيل؛ أسست وحدة التنسيق في منظمة الأغذية والزراعة لمراقبة وإدارة البيانات؛ انشئت مواقع اختبار وطنية دائمة لمشاتل اصطياد الصدا؛ تم توفير خدمة دائمة داخل "إيكاردا" و / أو "سيميت" لصيانة الأنماط الموروثة لبذور القمح لمشاتل الاصطياد؛ مواعمة فرق المراقبة من خلال التدريب المنتظم والتفاعلات المنتظمة؛ تم تعزيز قدرات المراقبة الوطنية من خلال تعزيز برامج التدريب المكثف للموظفين الميدانيين التقنيين والمزارعين .

الشكل 1: مسار خبث الصدا الأصفى Yr9

الجدول 1: مستويات المقاومة في مزرعات القمح و خطوط التربية العالية التي تم اختبارها في نجورو، كينيا في عام 2006.

S	R/MR	مجموع العدد	البلد	S	R/MR	مجموع العدد	البلد
98	2	100	إيران	81	3	84	بنجلاديش
103	2	105	نيبال	116	2	118	الصين
99	6	105	باكستان	146	3	149	مصر
34	1	35	روسيا	79	23	102	الهند

الجدول 2: مشتل اصطياد صدا الساق الذي يستهدف Ug99 (Ug99 SRTN)

النمط الموروث (نمط الجينة)	Sr. جينة	النمط الموروث (نمط الجينة)	Sr. جينة
Sr 2 complex	Pavon 76	Susc.Check	Morocco
Sr 2 , Sr 23	Buck Buck	Sr 31	Seri 82
	Lamillo	Sr 31	PBW343
	(Durum)		
	Rihane (Barley)	Sr 24	LcSr24Ag
Sr 6	ISr6-Ra	Sr 24	St24(Agent)/9*LMPG
Sr 9e	Vernstein	Sr 36	W2691 SrTt-1
Sr13	St46Sr13	Sr 26	Eagle
Sr 22	Sr22/TB	Sr 25	Super Seri
Sr Tmp	CnSSrTmp	Sr 25	LcSr25Ars
Sr Wld-1	Bt/Wld	Sr 27	Coorong (Triticale)
Sr 14	Line A Seln		Bakhtawar 94 (Kauz)
Sr 28	W2691Sr28Kt	Sr 36	Cook
			Altar (Durum)

الجدول 3: موقع اختبار (البلد/عدد المواقع) مشاتل اصطياد الصدا 2007-2008 موسم المحصول

مشاتل الاصطياد (عدد مواقع الاختبار/البلدان)			مشاتل الاصطياد (عدد مواقع الاختبار/البلدان)			البلد
IYRTN9 الثالث	Ug99ISRTN الثاني	ISRTN الرابع	IYRTN الثالث	Ug99ISRTN الثاني	ISRTN الرابع	
2	2	2	1	1	1	ازبكستان
2	3	2	1	1	-	قرغيزستان
3	3	2	4	2	1	اذربيجان
3	4	3	1	1	1	تاجكستان
2	1	2	1	2	-	قزاقستان
3	5	3	1	-	-	تركمنستان
2	-	2	4	4	3	تركيا
4	3	3	4	4	3	ايران
1	1	2	2	1	1	جيبورجيا
1	5	3	2	1	1	ارمينيا
1	-	1	4	3	3	باكستان
-	2	-	3	2	1	بنجلاديش
-	4	-	1	-	1	بوتان
7	1	5	4	-	2	نيبال
1	1	1	8	4	4	الهند
32	35	31	41	26	22	المجموع

* سوف يجري اختبار المشتل في عام 2009.

المؤتمر الدولي حول
الصدأ في ساق القمح Ug99- تهديد للأمن الغذائي
6-8 تشرين الثاني / نوفمبر 2008 نيودلهي ، الهند

خطط طوارئ لصدأ القمح : التأهب والاستجابة المبكرة
وفاء الخوري والسيد كيث كريسمان
منظمة الأغذية والزراعة (فاو)

مقدمة

صدأ القمح هو على الأرجح أهم المعوقات الحيوية لإنتاج القمح عالمياً. استخدام الأصناف المقاومة هو أكثر التدابير الموثوقة بها واقلها كلفة لمقاومة جميع أنواع صدأ القمح. ومع ذلك ، فإن الصدأ لديه قدرات كبيرة للتغلب على جينات مقاومة للقمح، وكلما كانت

الظروف البيئية مواتية ، فإنها يمكن أن تتسبب في أوبئة مدمرة. أمراض صدأ القمح هي أمراض عابرة للحدود التي تحملها الرياح إلى مسافات طويلة وقصيرة ، وبالتالي لا يمكن التغلب عليها من خلال تدابير الحجر الصحي. ظهور سلالة فتاكة في بلد واحد سوف يتسبب في انتقالها إن عاجلاً أو آجلاً إلى دول أخرى و بالنتيجة إلى تدمير أصناف القمح المقاومة سابقاً

وانطلاقاً من الإدراك بأن أوبئة الصدأ تمثل تهديد متكرراً لإنتاج القمح ومحاصيله ، فإنه يتعين على الحكومات وضع خطط للطوارئ التي سوف تساعد على تحسين تأهبها الوطني والاستجابة المبكرة في حالة تفشي أمراض الصدأ. و منذ أن اندلاع الصدأ يمكن أن يمثل مشكلة عالمية بسرعة هائلة، فإن الحاجة ماسة إلى تنسيق الجهود الإقليمية والعالمية بهذا الخصوص.

ما هو التخطيط لحالات الطوارئ؟

وهناك العديد من التفسيرات لما هي الخطط للطوارئ ، وهذا يتوقف على السياق الذي توضع فيه هذه الخطط وتنفيذ التخطيط لحالات الطوارئ هو أداة إدارية تستخدم للتأهب للأزمات المحتملة وحالات الطوارئ والكوارث عن طريق التأكد من اتخاذ ترتيبات واضحة وفعالة للاستجابة الفعالة والملائمة وفي الموقت المناسب عند ظهور حالات الطوارئ. وينبغي أن تقلل الاستجابة من التأثيرات الضارة التي تحدث أن تنشأ من حالات الطوارئ الناجمة، مثلاً من أحد المحاصيل أو أعشاب الحيوانات أو الأمراض.

التخطيط لحالات الطوارئ هو الأكثر فعالية عندما يكون عملية تشاركية تشمل جميع الذين يتعين عليهم العمل معاً قبل حدوث حالات الطوارئ (أي مرحلة التأهب) والأهم من ذلك، في بداية الأمر. ونتيجة لذلك ، يجب إشراك جميع الفرق ذات التخصصات المتعددة / والمؤسسات المتعددة التي تضم جميع أصحاب المصلحة والمهتمين الوطنيين والقطاعات الوطنية في وضع خطط للطوارئ. وفي حالة حدوث أمراض النبات ، وهذه عادة تشمل وحدات لحماية النبات و الأبحاث الزراعية، و قطاعات الاستيلاء والبذور (الأنظمة الخاصة والعامة)، وخدمات التمديد، ومنظمات المزارعين، وإلى غيرها من مؤسسات القطاعين الخاص والعام المشاركة في إدارة المحاصيل.

ويشمل التخطيط لحالات الطوارئ أيضاً تحديد الأدوار التنظيمية لمختلف أصحاب المصلحة، وتحديد المسؤوليات ، والإطار القانوني ، و سياسات التحكم والهياكل والنظم التي يجب إنشاؤها أو تعزيزها خلال المرحلة التحضيرية لتهديد المرض وكذلك عند اندلاع المرض.

إن خطة طوارئ جيدة ينبغي أن تتضمن المعلومات مثل المبادئ التوجيهية وقوائم المراجعة ، واللجان المسؤولة عن أنشطة كل منها وهيكلها ، ومصادر التمويل، و مصادر السيطرة والاستئصال القائمة، وتقييم الاحتياجات الحاسمة، وترتيبات التنسيق، و القائمة بالأشخاص للاتصال بهم، و تفاصيل مختلف القطاعات والمؤسسات المشاركة، و صيغ العقود وغيرها. و تبعاً لذلك، فإن خطة للطوارئ تعمل كدليل عام ليتم استخدامه من قبل جميع الجهات المشاركة في التغلب على حالات الطوارئ الناجمة من الآفة النباتية في البلد المتضرر.

وينبغي استعراض وتطوير خطة طوارئ بصورة منتظمة ليعكس التغييرات الإدارية والتشريعية، وتطورات بخصوص السياسة والتقدم العلمي المحرز والتعليقات من أصحاب المصلحة وشركاء العمل وأخذ العبر من حالات اندلاع المرض في السابق.

تخطيط الطوارئ لصدأ القمح

تخطيط الطوارئ لأمراض النبات، كما في حالة صدأ ساق القمح، عادة ما يتضمن مرحلتين تاليتين:

1. ماقبل الطوارئ- تحضيرات قبل حدوث الطوارئ. وهذا يتكون من الإجراءات التي يتخذها بلد ما من أجل منع المرض، وكذلك الخطوات التي يمكن اتخاذها مقدما للاستعداد للاستجابة لحالات الطوارئ في حالة فشل منع المرض. وبالنسبة لصدأ القمح، فإن التأهب لحالات الطوارئ والوقاية هما من أهم الاستراتيجيات لخطة الطوارئ. انظر الجدول 1.

2. الاستجابة لحالات الطوارئ- بعد بدأ الطوارئ. وإن هذا يتألف من خطط العمل للاستجابة لحالات الطوارئ واحتوائه. وأما في حالة صدأ القمح، فإن من شأن ذلك أن يتغلب على اندلاع المرض. انظر الجدول 2.

هذه الورقة هي محاولة أولية لتوفير مبادئ توجيهية للجهات والسلطات الوطنية في جهودها الرامية إلى تطوير خطط الطوارئ لصدأ القمح، مع التركيز على Ug99. وهو يقوم على مبادئ تخطيط الطوارئ وعلى إجراءات الاستجابة المتمثلة في التأهب/المنع التي أوصى بها مختلف البلدان النامية لأمراض النبات المماثلة، مع الأخذ في الاعتبار الوضع الحالي لمعظم الدول المتضررة أو التي هي معرضة لخطر Ug99 بصورة مباشرة أو لأمراض صدأ القمح المماثلة.

الجدولان أدناه يعكسان في شكل مصفوف قوائم مراجعة التأهب واتخاذ إجراءات وقائية إضافة إلى إجراءات الاستجابة اللازمة في خطط الطوارئ الوطنية لمنع صدأ ساق القمح. وهما يشيران إلى المؤسسات الوطنية أو الجماعات التي يجب إشراكها في كل إجراء تم اقتراحه. الجداول ليست بأي حال من الأحوال شاملة، وإنما تهدف إلى إعطاء توجيه للمناقشة. البنود المحددة المذكورة أدناه هي مشتركة بين جميع الأنشطة الرئيسية. وقد أزيلت من الجداول لأغراض الرؤية، ولكنها تشكل جزا لا يتجزأ من قوائم مراجعة خطة الطوارئ.

- تقييم القدرات البشرية وتسهيلات البنية التحتية والمعدات والمواد المتاحة.
- تحديد بناء القدرات اللازمة.
- تحديد مصادر التمويل وتحديد المؤسسات الوطنية والدولية ذات الصلة بها، وذلك لبناء القدرات.
- تحديد الإطار التنظيمي الوطني وتحديد التعديل اللازم للتحسين.
- إعداد قوائم مخزونات المواد والمعدات والمبيدات المتاحة وغيرها، وتقييم الاحتياجات لكل منها.
- تحديد مصادر الحصول على المواد والمعدات اللازمة وتحديد مصادر تمويلها.
- تحديد المنظمات المعنية وتحديد أدوارها ومسئولياتها وهيكل إدارتها و أنظمة تدفق المعلومات وذلك في كل نشاط من الأنشطة.
- تدوين معلومات للانصال بالأفراد والمنظمات المشاركة وذلك لكل نشاط من الأنشطة.

الجدول 1: قائمة المراجعة لاستخدامها في إعداد الخطط للطوارئ بالنسبة لـ Ug99 و غيره من أمراض صءا القمح التءاهب و إجراءات الوقاية

المجموعات المشاركة في الإءراء								النشاط
المزارعون	وكلاء التمديد	صانعو القرار*	أصحاب المصلحة في قطاع البءور	المنبتون	موظفو تحليل العنصر	فريق المشتل البيئي	فريق الدراسة الميدانية	
نظام الرصد والمراقبة الوطني حيز التنفيذ								
	+	+					+	إنشاء فريق وطني للدراسة، الموافقة على نقطة التواصل الوطنية (NFP)
							+	توفير نظام جي بي اس (GPS) والتدريب المتعلق به
							+	توفير ما يلزم من وسائل النقل والكومبيوترات والبرمجيات
			+		+			الموافقة على المؤسسة الوطنية المسؤولة عن تحليل العنصر (حيثما ينطبق)
			+		+			الاتفاق على المؤسسة الدولية أو الإقليمية البديلة المسؤولة عن تحليل العنصر**
					+			توفير ما يلزم من بناء القدرات والبنية التحتية
						+		الاتفاق على مواقع المشاتل البيئية والمؤسسات المسؤولة
							+	توفير ما يلزم من التدريب والمصادر للأصناف التفاضلية**
					+	+	+	ضمان آلية تبادل المعلومات الوطنية من خلال نقطة التواصل الوطنية
			+		+	+	+	ضمان آلية تبادل المعلومات الدولية من خلال نقطة التواصل الوطنية ونقطة التواصل الدولية***
تحسين تطوير الأصناف المتنوعة ونظام التسجيل (التفاصيل في عرض آخر)								
						+		رصد الأصناف الوطنية ومواد الإنبات الوطنية لاحتمال تعرضها للعناصر المهددة (بما فيها Ug99)

									إنشاء الفرق الوطنية للإبادة
									إنشاء مخزون لمبيدات الأعشاب والآلات والأدوات للقضاء على المرض
									حظر زرع الأصناف الأكثر تعرضا لخطر الإصابة وإبادتها
									إنشاء آليات لتحديد مواقع يزرع فيها الأصناف الأكثر تعرضا لخطر الإصابة
									إعداد قائمة بالأصناف المتفق على كونها الأصناف الأكثر تعرضا لخطر الإصابة
									إنشاء فرق وطنية للإبادة
									إنشاء آليات لنشر المعلومات للمزارعين بشكل سريع
									إنشاء آلية لدفع التعويضات للمزارعين في حالة تعرض المحاصيل للتلوث
									تطبيق مستهدف خاص بمبيدات الفطريات في المناطق الأكثر إصابة بعدوى الصدا.
									تقييم الأنظمة الوطنية لتسجيل مبيدات الفطريات، ومبيدات صدا القمح المسجلة، وآليات للتسجيلات الجديدة إن لزم.
									إقامة مخزون لمبيدات صدا القمح المتاحة (كميات، مواقع، صلاحية وغيرها) و معدات التطبيق على المستويات الوطنية وعلى مستوى الولاية.
									تدريب وكلاء التمديد والمزارعين على التطبيق على الموقع عندما يلزم
									تخفيض اللقاح من خلال إدارة الحقول و المناظر (الزراعة المجردة والمخاليط التنوعية أو الخطوط المتعددة، الاصناف ذات صفات المقاومة المختلفة، الأصناف ذات النضج المبكر أو ذات المدة القصيرة، تغيير مواعيد الزرع).
									تقييم تقنيات إدارة الحقل والمناظر القابلة للتنفيذ
									إنشاء آلية لبث المعلومات على المزارعين و استفادتهم منها.

* صانعو القرار من مختلف المؤسسات بما فيها حماية النبات، والأبحاث الزراعية وخدمات التمديد، ومنظمات المزارعين والهيئات الأخرى كما يلزم.

** بالتعاون مع المؤسسات الدولية

*** منظمة الأغذية والزراعة تقوم حاليا بإنشاء الإنذار المبكر لصدا القمح ، و يقوم هذا على نظامه القديم للإنذار المبكر لمكافحة الجراد الصحراوي. نقطة التواصل الدولية تتواصل الآن مع نقطة التواصل الوطنية للحصول على بيانات الدراسة الميدانية.

نشأة وتطور، وتوزيع وخبث مرض Ug99 ونظام الترصد العالمي للصدأ.

زيد إيه بريتوريوس¹ و اف إيه بارك²

¹أقسام علوم النبات، جامعة فري ستيت، بلومفونتين 9300، جنوب افريقيا

²معهد تربية النباتات، كويتي، جامعة سيدني، 2570 كامدن نيو ساوث ويلز، أستراليا.

أظهرت ملاحظات صدأ الساق في عينات قمح الخبز في مشاتل القمح اليوغندية، ولا سيما تلك التي يفترض أن تحمل انتقال كروموسوم BL.1RS1، أظهرت اشتباه وجود الخبث للجينة المقاومة Sr31. عينات من *Puccinia graminis* F نوع *tritici*، تم جمعها في مركز البحوث بكالينغيري في أوغندا، ثم أرسلت الى جنوب افريقيا في عام 1999. المجموعة اليوغندية للصدأ تم استنباتها وإكثارها على نوع جينة القمح الذي يعرف بأنه يحمل Sr31. الاستنباتات الجرثومية الخالصة وتحاليل السلالة التي أجريت على سلسلة القمح التفاضلية التي حملت جينات Sr المعروفة أكدت الخبث لـ Sr31. المعزول الأصلي المسمى بـ Ug99 - Pgt و عرف فيما بعد بالاختصار Ug99، وجد غير خبيث بالنسبة لـ Sr 21، -22، -24، -25، -26، -27، -29، -32، -33، -34، -35، -36، -39، -40، -42، -43، Agi، ووجد خبيثا بالنسبة لـ Sr5، -6، -7b، -8a، -8B، -9B، -9e، -11، -15، -17، -30، -31، -38 (بريتوريوس وآخرون، 2000). Ug99 وغير خبيث لـ اينكورن، لكن التجارب اللاحقة أظهرت الخبث لـ Sr21 في بعض الخلفيات الجينية (جين وآخرون، 2007).

ورغم تأكيد وجود خبث Sr31 في عام 1999، إلا أنه من الممكن أن السلالة كانت موجودة في كينيا في وقت مبكر وذلك في عام 1993 (سينغ وآخرون، 2006). وفي السنوات التي أعقبت اكتشافها لأول مرة، فقد لوحظ Ug99 في شرق كينيا في عام 2001، وفي اثيوبيا في عامي 2003 و 2005 (سينغ وآخرون، 2006). لقد ترسخ Ug99 الآن في شرق افريقيا مع تقارير إضافية لحدوثه في السودان، واليمن، وإيران (سينغ وآخرون، 2008؛ www.globalrust.org).

ليست هجرة Ug99 من بلد إلى بلد، من شمال افريقيا إلى الشرق الأوسط وآسيا هي السبب الوحيد لقلقنا. ففي كينيا، اكتسب Ug99 الخبث نحو Sr24 و Sr36 في عامي 2006 و 2007، على التوالي (جين وآخرون، 2008)؛ جين، بيانات غير منشورة). كلتا الجينتين المقاومتين قد استخدمتا على نطاق واسع في تربية القمح العالمية، والخبث نحوها يقلل من مجموعة التنوع الجيني اللازمة لمكافحة هذه السلالة.

إن سلالة صدأ الساق المكتشفة في جنوب أفريقيا في عام 2000 المسماة بـ 2SA88 من جانب معهد ايه آر سي للحبوب الصغيرة في بيت لحم (بوشوف وآخرون، 2002)، يمكنها أن توفر بعض المعلومات الأساسية عن أصل Ug99. ومن حيث المظهر الموروث، فإن 2SA88 مماثل لـ Ug99 إلا في عدم خبثه لـ Sr31. وبالإضافة إلى ذلك، الخبث نحو Sr8b و Sr38 لم يكن معروفا في جنوب أفريقيا حتى كشف 2SA88، مما يشير إلى أنه وافد من الخارج. وفي عام 2007، تم جمع صنف لـ 2SA88، الذي هو خبيث نحو Sr24 من قمح الربيع في الكاب الغربية، جنوب أفريقيا. وبالنظر إلى أوجه التشابه في الملامح بين خبث Ug99 و 2SA88، فقد ثار السؤال عما إذا كان 2SA88 قد تكيف محليا أو ما إذا كان دخيلا. ولاختبار فرضية أن 2SA88 و Ug99 هما ذات الصلة، قد تم مقارنة مجموعة مختارة من معزولات صدأ الساق من جنوب أفريقيا المحفوظة في جامعة فري ستيت مع Ug99 باستخدام معلمات SSR و AFLP. تحليلات كل من SSR و AFLP، فضلا عن منظومة من البيانات المجمعة، أظهرت أن Ug99، UVPgt55 (معزول 2SA88) و (+Sr24) UVPgt59 كانت ذات الصلة (فيسر وآخرون، تحت الطبع). وعلاوة على ذلك، فإن مجموعة Ug99 تختلف اختلافا كبيرا من السلالات الأخرى في جنوب أفريقيا. وقد وفرت هذه الدراسة أدلة قوية على أن 2SA88 لم تنشأ في جنوب أفريقيا. وإذا قبلنا الفرضية أن الخبث غالبا ما يكتسب أكثر من انتقاله، ففي هذه الحالة و بالخصوص بالنسبة لـ Sr31، فإن 2SA88 يمكن أن يكون منشأ Ug99. وباستخدام نظام أمريكا الشمالية لوصف هذا الصدأ، قد تم اكتشاف خمس سلالات أخرى وهي: TTKSK، TTKSF، TTKSP، TTKST و TTKSK (جين وآخرون، 2008 بي). ومن الواضح أن التردد المستمر لمجموعة سلالة Ug99 أمر ضروري للشمسي مع أنماط التوزيع والمتغيرات الجديدة.

ترصد الكائنات الممرضة للصدأ في الحبوب في السياق العالمي

إن مراقبة الصدأ مازالت عنصرًا هامًا من عملية السيطرة على الصدأ لأكثر من 50 عاما في العديد من البلدان. مجرد معرفة ما إذا كان الصدأ موجودا في منطقة معينة أو لم يكن، ذات قيمة كبيرة، وإذا كان موجودا، فما درجة توزيعه، ودرجة شدته داخل تلك المنطقة. ومنذ أظهر ستاكامان و بيميزيل (1917)) وجود السلالات (عتره، أنواع الكائنات الممرضة) في الكائنات الممرضة لصدأ الساق في وقت مبكر وذلك في مطلع القرن التاسع عشر، فإن المراقبة في العديد من البلدان المشاركة قد تضمنت تحديد وتوصيف سلالات الصدأ. وقد وفرت هذه الدراسات معلومات هامة عن توزيع سلالة الصدأ، والتي يمكن أن تستخدم كمخطط للإنذار المبكر لتنبه المزارعين وصانعي السياسات من ظهور سلالات جديدة خطيرة. وفي حين قام العديد من البلدان باتخاذ برامج مراقبة الصدأ وإجراء تحليلات السلالة فإن القليل من البلدان بذل محاولات لتنسيق هذه الأنشطة على الصعيد الدولي. وهناك العديد من العوائق التي جعلت هذه الجهود أمرا صعبا، و من بينها نقص الموارد (البنية التحتية والأفراد على حد سواء)، و اختلافات في أنماط الجينة التفاضلية التي تم استخدامها، والاختلافات في تسمية السلالات. وقد أصدر قرار في المؤتمر الدولي الأول لعلم أمراض النبات في لندن في عام 1968 الذي قضى بأن الاختلافات الإقليمية في الخبث ينبغي إجراؤها في العديد من الكائنات الممرضة النباتية التي شملت مسبب صدأ ساق القمح (*Puccinia graminis* f. *tritici*) ومسبب الصدأ المخطط في القمح (*P. striiformis* f. *tritici*). وأدى ذلك إلى دراسة دولية للجينات الخبيثة في *P. Graminis* f. *tritici* من قبل البروفيسور ايرفين واتسون والدكتور هارولد لويغ في جامعة سيدني. نشرت نتائج هذه الدراسة في عام 1983 في كتاب يتضمن لمحة تاريخية ممتازة عن التباين العالمي لصدأ الساق (لويغ 1983).

وعلى الرغم من الصعوبات الكامنة في المراقبة العالمية للصدأ، فإن المعلومات المجمعة حتى الآن عن التباين داخل نسل Ug99 وتوزيعه على أعضاء هذا النسل لهي مثال ممتاز على التعاون الدولي الرائع بشأن مراقبة الصدأ. ومن هنالك، فإن المعلومات المستقاة من المراقبة، وقطع الاضطهاد، وتحليل السلالة، وأخذ بصمات الحمض النووي، و نظم المعلومات الجغرافية (جي أي اس) في فترة زمنية قصيرة نسبيا تبرز بوضوح خطورة Ug99 من خلال إظهار حساسية البلازما الجرثومية للقمح على الصعيد الدولي. الكشف والتوصيف المفصل لشتى المشتقات الطافرة المتسمة بالخبث لاثنتين من الجينات المقاومة المهمة (*Sr24* و *Sr36*) وفرت معلومات هامة عن استراتيجيات تربية المقاومة و استراتيجيات المكافحة. إن خطورة Ug99 و هجرته، إلى جانب غيرها من التهديدات لصدأ الحبوب، قد زادت أهمية وضرورة إنشاء نظام عالمي لترصد صدأ الحبوب. إن الغرض من "مشروع المقاومة الدائمة للصدأ في القمح" الذي تم إنشائه مؤخرا هو "تتبع مسببات الصدأ في الحبوب"، والهدف منه هو "خلق نظام يمكنه الإفادة بتوزيع وطبيعة هذا الصدأ" (النظام العالمي لترصد الصدأ في الحبوب؛ GCRMS). وسوف يتم تحقيق ذلك بتطوير منصة للمعلومات التي سوف تعتمد عليها GCRMS وتطوير القدرة الوطنية على التتبع والترصد الفعال للكائنات الممرضة. وبعد أن يتم انشاؤها، فإن GCRMS سوف تيسر جمع البيانات عن توزيع السلالة / الخبث والجينات المقاومة المضيفة في النباتات، عن طريق ربطها بجهود الدراسات الإقليمية حول الصدأ أو الدراسات الخاصة ببلد ما. نجاح هذه المبادرة سوف يعتمد بشكل كبير على الترابط فيما بين قاعدة المعلومات المتواجدة حاليا في العديد من البلدان التي شاركت في مراقبة الصدأ على المدى الطويل، مثل الهند، والولايات المتحدة وكندا وأستراليا.

References

- Boshoff, W.H.P., Pretorius, Z.A., van Niekerk, B.D. & Komen, J.S. 2002. First report of virulence in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* to wheat stem rust resistance genes *Sr8b* and *Sr38* in South Africa. *Plant Disease* 86: 922.
- Jin, Y., Szabo, L. & Pretorius, Z.A. 2008b. Virulence variation within the Ug99 lineage. Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium, Brisbane, Australia.
- Jin, Y., Szabo, L., Pretorius, Z.A., Singh, R.P. & Fetch, T. 2008a. Detection of virulence to *Sr24* within race TTKS of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Plant Disease* 92: 923-926.
- Jin, Y., Singh, R.P., Ward, R.W., Wanyera, R., Kinyua, M., Njau, P., Fetch, T., Pretorius, Z.A. & Yahyaoui, A. 2007. Characterization of seedling infection types and adult plant infection response of monogenic *Sr* gene lines to race TTKS of *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*. *Plant Disease* 91: 1096-1099.
- Luig NH (1983) 'A Survey of Virulence Genes in Wheat Stem Rust, *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*'. (Verlag Paul Parey: Berlin).
- Pretorius, Z.A., Singh, R.P., Wagoire, W.W. & Payne, T.S. 2000. Detection of virulence to wheat stem rust resistance gene *Sr31* in *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* in Uganda. *Plant Disease* 84: 203.
- Singh, R.P., Hodson, D.P., Jin, Y., Huerta-Espino, J., Kinyua, M.G., Wanyera, R., Njau, P. & Ward, R.W. 2006. Current status, likely migration and strategies to mitigate the threat to wheat production from race Ug99 (TTKS) of stem rust pathogen. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 54: 1-13.
- Singh, R.P., Hodson, D.P., Huerta-Espino, J., Jin, Y., Njau, P., Wanyera, R., Herrera-Foessel, S.A. & Ward, R.W. 2008. Will stem rust destroy the world's wheat crop? *Advances in Agronomy* 98: 271-309.
- Stakman, E.C., Piemeisel, F.J. 1917. Biologic forms of *Puccinia graminis* on cereals and grasses. *Journal of Agricultural Research* 10: 429-495.
- Visser, B., Herselman, L. & Pretorius, Z.A. Genetic comparison of Ug99 with selected South African races of *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*. *Molecular Plant Pathology* (in press).