Plant Pathogenic Bacteria, an overview

أمراض النبات البكتيرية (نظرة عامة)

إعداد

د. محمد عبد الرحمن الوكيل

أستاذ أمراض النبات المتفرغ

جامعة المنصورة

mwakil.net

E-mail: mawakil@mans.edu.eg

March2019

Improved on March 26, 2019

تقديم:

علم أمراض النبات Phytopathology هو أحد العلوم البيولوجية ذات المدى الواسع الذى يشتمل على علوم النبات والميكروبيولوجى – المحاصيل – الأراضى – البيئة – الوراثة – الكيمياء الحيوية – البيولوجياالجزيئية والفسيولوجى.

وعلى وجة العموم فإن أمراض النبات تتسبب عن الإصابة بكائنات حية دقيقة تسمى Pathogens وأيضاً عوامل غير حية Nonliving agents كما أن المخاطر الناشئة عن هذة الأمراض موجودة بصفة دائمة وتتأثر بها أشجار الغابات – محاصيل الغذاء والألياف وحتى نباتات الزينة وأشجار الظل. وتظل إبتكارات طرق مكافحة أمراض النبات تشغل الباحثين فى الماضى والحاضر والمستقبل لحدوث التنوع البيئى المستمر فى كافة الكائنات وتركز هذة المقالة على الطرق الحديثة لمقاومة أمراض النبات البكتيرية وذلك على المستوى العلمى والإقتصادى يتم فيها التطرق إلى ميكانيكية المقاومة وأدوات القياس المختلفة وخطط المقاومة.

فبإستعراض التنوع الهائل فى مسببات أمراض النبات والتى تشمل الفيروسات والبكتيريا والفطريات والنيماتودا نجدها تقترب من 7100 نوع من بينها حوالى 200 نوع من البكتيريا التى تسبب أمراضاً للنبات والتى تعتمد فى إحداثها للمرض على محاولاتها الحصول على غذاء لها من العائل الذى تتطفل علية حتى يمكنها النمو والتكاثر. ولتنفيذ ذلك فإنها تستخدم طرق مختلفة منها دفع العائل لإفراز البروتينات والمركبات الأخرى تستخدمها فى نموها وتكاثرها إضافة إلى أنها كثيراً ما تلجأ إلى طرق اخرى لتجنب مخططات النبات التى يستخدمها لحماية نفسة من هجوم أعداءه.

وتنتشر الأمراض البكتيرية بدرجة واسعة فى المناطق القارية وشبة القارية حيث الدفئ والرطوبة وهما المناخ الأمثل لنمو البكتيريا وبالرغم من ذلك فإنها تتواجد أيضاً فى باقى المناطق من العالم ولكن بدرجات اقل وفى هذا المجال فإن البكتيريا التابعة للعائلات Xanthomonadaceae, Pseudomanadaceae, Enterobacteraceae هى الأكثر إنتشاراً على كل أنواع النباتات التى توفر لها الغذاء والحماية وبإستعراض أهم المسببات المرضية البكتيرية خطورة وشراسة نجدها تتبع الأجناس ***Erwinia***,

Pectobacterium, Pantoea, Agrobacterium, Pseudomonas, Raslstonia,Burkholderia, Acidovorax,Xanthomonas, Clavibacter, Streptomyces, Xylella, Spiroplasma and phytoplasma.

1- نظرة إلى القدرة المرضية للبكتيريا المسببة لأمراض البنات

Pathogenesis of Plant Pathogenic Bacteria

يبدأ التسلسل فى التعرف على قدرة بكتيريا ما على إحداث مرض نباتى عن طريق الفحص المورفولوجى للأعراض المرضية مثل التبقعات على الأوراق والثمار – التقرحات – اللفحات – الذبول الوعائى – الأعفان والأورام والتى تحدث نتيجة دخول البكتيريا إلى أنسجة النبات وتمركزها فى المسافات البينية للخلايا.

أما عن قدرتها على إحداث المرض فعادة مايكون عن طريق الإختراق الكيماوى والذى من نتائجة حدوث الأعراض المرضية. ومن الثابت أن المشكلة المؤرقة فى مجال البكتيريا الممرضة لكافة الكائنات هى البكتيريا السالبة لجرام وذلك لتغليف جدارها الخلوى بغشاء خارجى Outer membrane يمنع دخول المضادات الحيوية والكيماوية إلى داخلها كما وجد أن قدرتها المرضية تعتمد على جهازها الإفرازى Secretion apparatus والذى عن طريقة تقوم بتمرير البروتين، والنيكليوبروتين (واللذان يلعبان دوراً فى تحديد درجة القدرة المرضية للبكتيريا) إلى خلايا النبات عن طريق الممرات الخاصةapoplasts أو عن طريق حقن هذة المواد داخل خلاياه.

وتحتوى البكتيريا الممرضة على مجموعة من الجينات تسمى Virulence genes وهذه أساسية لإحداث المرض وزيادة شدتة ومن ناحية أخرى فإن عوامل القدرة المرضية والمسماه Pathogenicity factorsوالمشفرة بجينات القدرة المرضية Pathogenicity genes (pat) تشترك مع الجينات المرضية المتخصصة(Disease- specific genes) فى إحداث المرض كون مهمتها هى التعرف على العائل.وتبدأ العملية بإلتصاقخلايا البكتيريا بخلايا العائل النباتى ثم تكوين تراكيب عدوى Infection structures يتبعها عملية الإختراق وتمركز البكتيريا داخل أنسجة العائل.

إضافة إلى ذلك فإن جينات القدرة المرضية تشترك فى تخليق وتحوير تركيب الليبوبولى سكريدز Lipopolysacharide الموجود فى الجدار الخلوى للبكتيريا السالبة لجرام وأيضاً المساعدة فى تهيئة الظروف الخاصة لتحديد المدى العوائلى للبكتيريا.

تبدأ عوامل القدرة المرضية (Pat) فى نقل الإفرازات البكتيرية المنتجة وأهمها البروتينات إلى خارج الخلايا البكتيرية ومن ثم فإن القدرة المرضية للبكتيريا تعتمد على كفاءهجهازها الإفرازى الذى تتباين درجة كفاءتة من 1-4إضافة إلى درجات الإحساس فى خلاياهاQuorum sensing(QS)بالإضافة إلى إنزيمات تحليل الجدار الخلوى، السموم، الهرمونات، البولى سكريدز، إنزيمات Proteinase السيدوفورس Siderophores والميلانين Melaninوهذة الأنظمة مجتعمة تشترك فى إحداث الإصابة فى نظام يطلق علية Pathogen–Plant interaction يتحكم فية إشارات نقل المواد الوراثية Signal transduction-systems.

دراسة حالة: Case study

***Rhizobiumradiobacter* (*Agrobacterium tumefaciens*)**

تُحدث هذة البكتيريا مرض التدرن التاجى Crown gall فى الكثير من أشجار ذوات الفلقتين والخضروات والعشبيات من ذوات الفلقتين والتابعة لحوالى 90 عائلة نباتية كما أن لها المقدرة على تحويل الخلايا الطبيعية فى النبات إلى خلايا ورمية (سرطانية) Tumoral cells وذلك عن طريق حقن T-DNA من البلازميد الخاص بذلك والكائن داخل خلاياها (Ti-plasmid) إلى الهيئة الوراثية للنبات Plant genome وتبدأ هذة العملية بحدوث إلتصاق للبكتيرة بسطح العائل النباتى والتى قد تستغرق بعض الوقت تحتاج فيها إلى وجود بعض المركبات مثل البولى سكريدز وإنزيمات تخليق السليلوز Bacterial cellulose synthesis بعدها يبدأ العائل النباتى فى إعطاء إشاراتة لإنتاج مركبات كيماوية Phytochemicals وذلك فى وجود وسط حامضى ودرجات حرارة ملائمة لتنفيذ هذة الأوامر المشفرة فتتكون الأورام ومن ناحية اخرى فقد تُعزىمقاومة بعض الأصناف النباتية للإصابة بالبكتيريا إلى فرضية gene-for-gene hypothesis ومنها خلق ظروف غير ملائمة لتناسخ البكتيريا داخل الممرات الخلوية apoplasts. كما أنة من الثابت أن حدوث طفرات فى جينات القدرة المرضية غالباً ما يؤدى إلى ضعف قدرتها المرضية بمعدل يتناسب مع درجة التطفر الحادث ودون أن تفقد البكتيريا كامل قدرتها المرضية.

دور الببتيدات النباتية فى مقاومة البكتيريا المسببة لأمراض النبات

Antimicrobial peptides in plant pathogenic bacteria

- **من المعروف أن الببتيدات عبارة عن سلسلة قصيرة من الأحماض الأمينية small peptidesيقل عددها عن 50 حامض أمينى ومن صفاتها المؤكدة هو مقدرتها على مقاومة البكتيريا الممرضة وبالتالى حماية النباتات من الإصابة والمحافظة على جودة الإنتاج كماً ونوعاً.**
- **ومن المعروف أيضاً أن للنباتات مقدرة على إنتاج حواجز كيماوية تمنع الإصابات البكتيرية وأشهرها Phenolics, terpenoids, nitrogen-contaning compounds فعندما تتواجد هذة المركباتمعسلاسل الببتيدات القصيرة فى موقع الإصابة تحدث الإماتة السريعة للخلايا المحيطة وذلك فى دائرة محدودة للغاية تاركة ورائها ندباً مرئية تشير إلى أن النبات قد قام بالدفاع عن نفسة وتخلص من المسبب المرضى بحرمانة من الغذاء.**

وقد تم عزل العديد من الببتيدات والتعرف عليها ومنها Thionins, cylotides and defensins وذلك من العديد من الأنواع النباتية حيث تأكدت مقدرتها فى التحكم فى درجة المقاومة للبكتيريا كما عرف أن تخليق هذة الببتيدات يحدث بناء على إشارات مشفرة من داخل النبات عند مهاجمة الأنواع المختلفة من الكائنات الممرضة هذا وقد ساهمت هذة المعلومات فى اتجاه الباحثين إلى محاولاتتخليق ببتيدات صناعية تستخدم كمساهمة فى حماية النباتات من الإصابات المرضية.

السيدرفوراس ودورها فى مقاومة الأمراض البكتيرية

Siderophores against Plant Pathogenic Bacteria

تعريف Siderophores (Iron-carrier):

هى مركبات طبيعية ذات مقدرة عالية على الإمساك بعنصر الحديد تقوم بإفرازها الكائنات الحية الدقيقة منها البكتيريا والفطريات ووظيفتها حمل ونقل الحديد عبر الأغشية الخلوية لخلاياها.

ولما كان الحديد عنصر أساسى لحياة البكتيريا وباقى الكائنات الحية خاصة للتنفس وتخليق الـDNA ومن حيث أنة أكثر المعادن انتشاراً على سطح القشرة الأرضية وأقلها إتاحة للكائنات الحية سواء فى التربة أو البحار وذلك لمحدودية درجة ذوبانة فى الماء وتواجده فى صور مختلفة منها أكسيد الحديد والهيدروكسيد (وهى الصور التى تعطى التربة اللون الأحمر المائل للإصفرار فى كثير من بلدان العالم) فإن العديد من الكائنات الدقيقة تلجأ إلى إنتاج Siderophores تتعامل مع هذا الحديد لتحويله إلى صورة ذائبة لتتمكن هى من الإستفادة منة بعد قيام السيدروفوراس بنقلة إلى داخل السيتوبلازم البكتيرى.

ملاحظة:

تتواجد الـ Siderophores أيضاً فى الثدييات مرتبطة بالبروتينات مثل الهيموجلوبين hemoglobin، الترانسفرين transferrin، اللكتوفرين Lactoferrin ، الفرتين ferritin وكون Siderophores واحدة من أقوى المركبات اللأصقة أو الماسكة للحديد فقد جذبت الباحثين فى مجال الأدوية لاستخدامها فى علاج السمية الناشئة عن زيادة تركيز الحديد فى الجسم.

ومن أهم أنواع السيدرفوراس المعروفة هى Catecholates (phenolates)، hydroxamate, carboxylates.

ومن المهم معرفة أن حامض الستريك يعمل Siderophores وكذلك مجاميع أخرى مشتقة من حمض السلسليك وحمض داى هيدروكسى بنزويك.

ويتضح بناء على ماتقدم وبعد الرجوع للعديد من المراجع العلمية أنه عن طريق معرفة دور Siderophores فى الإبقاء على البكتيريا حية تتكاثر بحرية وذلك لدورة فى إمدادها بالحديد اللازم لها يمكن مقاومة أمراض النبات البكتيرية عن طريق وقف إمدادها بالحديد اللازم لاستمرارها فى الحياه أو ترويضها لحمل المركبات السامة للبكتيريا وحقنها بداخلها والتى تتمثل فى المبيدات والمضادات الحيوية كما وجد أيضاً أن أهم المصادر الحيوية للحصول على الـ Siderophores هى المجموعة البكتيرية *Fluorscent pseudomonads* ومن زاوية أخرى فقد وجد أن Siderophores تلعب دوراً لتنشيط Rhizobacteria والتخلص من باقى الكائنات الدقيقة من حولها فى البيئة المحيطة بمنطقة الريزوسفير لتتمكن من تمثيل النيتروجين وتحسين نمو النباتات إما الأنواع الأخرى ال Siderophores والمشتقة من حمض السلسليك ، Pyochelin، pyoverdin فهى من المشتقات الواعدة فى مجال المقاومة البيولوجية خاصة مع محدودية العناصر النادرة فى الطبيعة والتى يحتاجها النبات لدعمة فى مقاومة الأمراض البكتيرية.

مقاومة العائل للأمراض البكتيرية: المقاومة الجهازية المكتسبة (SAR) والمستحثة (ISR)

Host Resistance: SAR and ISR in Plant Pathogenic Bacterial Control

تنشأ المقاومة الجهازية المكتسبة Systemic Acquired Resistance (SAR) كرد فعل مناعى مباشر من النبات لوقف تغلغل المسبب المرضى فى أنسجتة وتشير الدلائل الحديثة إلى حدوث ذلك عن طريق إعادة تنظيم وترتيب الكروماتين Chromatin و DNAmethylation ليصبح النبات أكثر مناعة عما كان من قبل.

ولهذه المناعة المكتسبة أهمية بالغة للنبات لحمايته من الإصابات المرضية وأيضاً للتخلص من المرض فى بدايته وهذه النوعية من المناعة تحدث كرد فعل لمهاجمة مجموعة من المسببات المرضية من الأجناس التى تحدث تبقعات للأوراق حيثيمتد فعلها لحماية النباتات من العديد من المسببات المرضية الأخرى.

تكتسب النباتات المناعة للإصابة البكتيرية وذلك عقب الهجوم مباشرة عن طريق إماتة سريعة لعدد من الخلايا المحيطة بالبكتيريا فتحاصر البكتيريا فى منطقة محدودة خالية من المواد الغذائية فتموت لهذا السبب تاركة ندباً بسيطة ميتة من الأنسجة النباتية لا تؤثر على قيامه بعملية التمثيل الغذائى والنمو

وهناك طريقتين أخرتين يلجأ إليهما النبات تابعة لهذا النوع من المقاومة يكون البروتين البكتيرى هو اللاعب الأساسى فيهما إذا ماكان تابعا للنوع الثالثType III من النظام الإفرازى Secretion systemفى البكتيريا والقادرعلى قمع منظومة الحماية الوراثية فى النبات.

ومن حيث أن مقاومة الأصناف النباتية للأمراض تعتمد على مقدرة المسبب على التحسس لمعرفة جينات المقاومة وعند إستشعار النبات بذلك فإن جهازه الوراثيحدث زيادة مفرطة للحساسية Hypersensitivity (HR) فى الأنسجة المحيطة بموقع تحسس البكتيريا وذلك عن طريق تخليق مركبات سامة للبكتيريا وبالتالى يتوقف نشاطها وينحسرالمرض

إلا أن هذه الطريقة من Gene - for- Gene resistance (Active plant defense) غالباً ماتفشل وذلك لتكون سلالات جديدة ذات قدرة مرضية عالية لا يستطيع النبات معها إحداثHR.

أما المقاومة الجهازية أو المستحثة Induced Systemic Resistance(ISR)

فتتكون فى النبات نتيجة حدوث نشاط حيوى عالى بداخله عقب حدوث الإصابة المرضية وبذلك لاتعتمد هذه الطريقة على الإماتة السريعة للخلايا أو تثبيط إنتشار المسبب ولكن يتركز فعلها علىنشاطها لتكوين حواجز طبيعية أو كيمياوية مانعة لامتداد المرض وذلك على عكس SAR(التى يندفع فيها الجهاز المناعى للنبات لتكوين تراكمات من البروتينات وحامض السلسليك لمنع توغل المسببات المرضية) وتتم عملية الإستحثاث هذه بالطرق المعروفة لنقل الصفات الوراثية من خلية بكتيرية إلى أخرى عن طريق تنشيطها خاصة بواسطة Jasmonate and ethylene وعلى وجه العموم فإن هذا النوع من المقاومة لايلقى ترحيب كبير من الباحثين لمحدودية دورة فى مقاومة أمراض النبات.

اتجاه جديد لتعظيم تأثير المضادات الحيوية

Scaling up the efficacy of Antibiotic

نشأ هذا الاتجاه بعد ظهور مشاكل ظهور سلالات بكتيرية مضادة للمضادات الحيوية وحتى لانصل إلى مرحلة يصعب معها مقاومة الأمراض نتيجة هذه السلالات المقاومة والتى تتركز أساساً فى البكتيريا السالبة لجرام مثل *Pseudomonas*، *Acinebacter* والعديد من الأنواع التابعة للعائلة Enterobacteriaceae خاصة ومن حيث وأن المضادات الحديثة المخلقة فى الوقت الحالى غير كافية لمواجهة المشكلة التى قد تحدث نتيجة إنتشار الطفرات المقاومة للمضادات الحيوية المتاحة حالياً وعدم قدرة المضادات الحيوية للوصول إلى الخلايا البكتيرية مكان لابد من البحث عن حلول علمية حيث تمكنت بعض شركات الأدوية الكبرى فى إستغلال المعلومات المتاحة فى هذا المجال وذلك عن طريق البحث عن حاملcarrier قادر على إختراق الغشاء الخلوى الخارجى فى البكتيريا حاملاً معه المضاد الحيوى إلى داخل الخلايا وقد نجحت ال Siderophores فى هذه المهمة وكون ال Siderophoresهى مركبات عضوية مخلبية صغيرة الحجم يتراوح وزنها بين-200 2000 Da تخلقها البكتيريا من أجل تحويل الحديد الغير ذائب إلى حديد ذائب تحتاجه لتكاثرها وبقاءها ويتم ذلكعن طريق شفرة مركزية تسمح بدخوله إلى سيتوبلازم الخلية البكتيرية ويطلق على هذه الطريقة إسم Bacterial ferri –Siderophoresuptake pathwayبعد أن كانت غير قادرة بمفردها على الدخول أو الإقتراب من تلك الخلايا وتتفق هذه مع مروية حصان طروادة Trojan horse. حيث أنه فى كل مرة تقوم فيها ال Siderophoresبنقل الحديد يمكن للمضاد الحيوى مصاحبته للدخول للخلية البكتيرية من أجل القضاء عليها.

Quorum Sensing (QS)

لغة التخاطب والإحساس فى البكتيريا

Cell-to-cell communication

- كان من المعتقد منذ زمن طويل أن البكتيريا تعيش فى صورة منفردة تبحث عن غذائها وتكاثرها إلا أنه ثبت خطأ ذلك.
- اكتشف أن هناك ظاهرة التخاطب بينها حيث أنها لاتستطيع المعيشة بمفردها بل فى تجمعات colonies بعد أن كانت النظرة قاصرة على الكائنات عديدة الخلايا Multicellular organisms. وقد وضح مقدرتها على السلوك الجماعى والهجرة والإنتقال إلى بيئة أكثر ثراء فى المواد الغذائية وذلك من أجل حياة أفضل لها وقد تلجأ إلى حماية نفسها أثناء ذلك بتكوين الـ Biofilms.
- أما لغة الحوار فتعتمد على إنتاج مركبات صغيرة الحجم بكمية كبيرة فى موقع تواجد البكتيريا تسمى autoinducers وهذه تعطى إشارات وراثية تتفهم بها البكتيريا الوضع القائم لتتمكن من تنظيم سلوكها لمجابهة الوضع وذلك إستناداً إلى كثافة وجودها، أما إذا تواجدت منفردة فإن الإفرازات (autoinducers) تكون قليلة للغاية وبالقدر الذى لايمكن الإحساس به أما إذا تواجدت البكتيريا فى colonies كبيرة أو أكثر فإن ذلك يسمح لها بإنتاج قدر كافى من autoinducers وبالقدر الذى به تستطيع قمع جينات معينة موجهة لمقاومتها من قبل العائل سواء نبات أو حيوان.
- هذه العلاقة قد تكون علاقة سلمية كما فى ال Symbiotic Bacteria أو معادية كما فى البكتيريا الممرضة وعلى أى حال وفى كثير من الأنواع البكتيرية تظل هذه الإفرازت لغز غير مفهوم.

Biofilm and how to control it

- **<u>ماهو ال Biofilm</u>:**

تكوينات من البكتيريا متجمعة مع مركبات تحتوى على EPS، Protein، Lipids، DNA تكونها البكتيريا فى صورة تعاونية لتتغذى منها عند الحاجة ويعمل Biofilm على حماية البكتيريا السالبة لجرام من العوامل الخارجية حتى تتمكن من أداء وظيفتها فى مهاجمة العائل، زيادة Colonization لها. ولتفهم ذلك فإن الBiofilmيتكون أيضاً فى الإنسان والحيوان حيث يلتصق Biofilm بخلايا العائل ويكثر تواجدة وبكثرة فى الأشخاص الذين لا ينظفون أسنانهم وكذلك أسنان الحيوانات حيث تتحلل الأسنان وتلتهب اللثة. كما أنة يتكون Biofilm بمجرد إحساس البكتيريا بقرب دخول المضاد الحيوى لمقاومتها وهو يماثل فى ذلك Hydrogel dressing ويطلق عليه أيضاً cites of microbes ويتكون على الأنسجة الحية وغير الحية (الأسطره والدعامات لا يلتصق)

لذلك فعند المقاومة يجب استخدام الجرعة المؤثرة وإلا سيتكون طبقات من Biofilm يصعب التخلص منها أو مقاومتها ومايحدث فى الإنسان يحاكيه النبات فى ذلك عند مهاجمة البكتيريا لة.

Control of Phytopathogenic Bacteria through Plant Growth Promotion

مقاومة أمراض النبات البكتيرية باستخدام البكتيريا المنشطة للنمو(ريزوبكتيريا)

- أثبتت الدراسات وجود مجموعة من البكتيريا يطلق عليها Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) لها القدرة على تحسين النظام الغذائى فى النبات وحمايتة من الإصابة بالأمراض فينموا النباتات بطريقة أفضل متجهه نحو الجودة فى الإنتاج. ومن أهم هذه المجموعة من البكتيريا Azotobacter, Burkholdaria, Bacillus, Azospirillum, Pseudomonas بجانب كل من الخمائرYeast، Actinobacteria.
- وتتنافس هذه المجموعة لإنتاج مركبات كيماوية Secondary metabolites قادرة على التأثير المباشر على المسبب المرضى والقضاء عليه وتشتمل هذه المركبات على المضادات الحيوية، إنزيمات تحليل الجدار الخلوى، السيدوفوراس Siderophores، Hydrogen cyanide، البكتريوسين Bacteriocin ولهذه المجموعة المقدرة على تخليق مركبات الـISR تحمى النباتات من هجوم البكتيريا لها كما ثبت أيضاً أن لهذه المركبات مجتمعة Synergistic relationship تعمل على حماية النباتات من العديد من الأمراض المتسببة عن كائنات مرضية أخرى بخلاف البكتيريا. ومن المتوقع وفى المدى القصير أن تحل PGPR محل الكيماويات المستخدمة فى الزراعة المستدامة والبستنة والغابات وبذلك تساهم فى تنقية البيئة من التأثير السلبى لاستخدام الكيماويات.

Control of Phytopathogenic Bacteria through Plant defense Enzymes

مقاومة أمراض النبات البكتيرية باستخدام الإنزيمات

تعمل البكتيريا المسببة لأمراض النبات على إنتاج إنزيمات دفاعية Defense enzymes تؤهلها لصد دفاع الجهاز المناعى فى النبات Host immune system بإنتاج مركبات منها , Lypoplysaccharides, Flagellins وأن النبات يكون إنزيمات دفاعية أهمها peroxidases, chitinases and polyphenol oxidases وذلك أثناء عملية نشوء المرض Pathogensis لتقاوم بهم المسببات المرضية التى تحاول مهاجمتة.

وقد سجل أيضا وجود كميات كبيرة من البروتينات فى النباتات تلعب دور فسيولوجى هام أثناء عملية هجوم المسبب المرضى وتعمل كمضاد بكتيرى قوى وذلك فى وجود إنزيم Lysozime ويعتقد أن ذلك يمنحها صفة المقاومة ضد البكتيريا.

وبالنظر إلى إنزيمات Peroxidases فهى مجموعة polymers معقدة مكونة من الحديد والجليكوسيد المرتبط بالبروتين Heme-contaning glycosylated Proteinsتنشط كرد فعل لمهاجمة المسبب المرضى وتشارك فى عملية المقاومة أثناء الإشتباك بين العائل والمسبب المرضى Host-pathogen interaction خاصة فى أكسدة الفينولات أما إنزيمات polyphenol oxidases فتتكون بناء على أوامر من شفرة وراثية داخل النبات وتستخدم الأكسجين (O2) لأكسدة مركبات

Ortho- diphenolic compounds (Caffiec acid and Catechol)

وتحولهم إلى Quinones والتى يعتقد أنها تنتج خصيصاً لحماية النباتات من تأثير البكتيريا الممرضة.

وعلى أى حال فإن التقدم العلمى فى مجال مقاومة الأمراض يسير فى هذا الاتجاه. وبالرغم من التطور الحادث إلا أن هناك عدة محاور مازالت غامضة فى عملية حماية البكتيريا لنفسها من الجهاز الدفاعى فى النبات إضافة إلى وسائل دفاع النبات عن نفسة إثناء التشابك بين الطرفين وهذة تحتاج إلى مزيد من الدراسة.

Control of Phytopathogenic Bacteria through Seed treatments

مقاومة أمراض النبات البكتيرية باستخدام معاملات البذور

تعتبر نقاوة البذور من الشوائب وخلوها من البذور الغريبة أحد أهم طرق الحفاظ على النباتات الناتجة عند زراعتها خالية من الإصابات المرضية أو على الأقل خفض نسبة الإصابة بالأمراض.

كما تحافظ النقاوة أيضاً على التركيب البيولوجى للتربة ومنع دخول مسببات جديدة لها لتظل التربة فى صورة Suppressivesoil.

وتوجد عدة طرق لمعاملة البذور قبل الزراعة أهمها الطرق الطبيعية مثل استخدام الماء الساخن- الهواء الساخن- بخار الماء الساخن- الإشعاع إضافة إلى الطرق الكيماوية.

ومن ناحية أخرى فقد سجلت العديد من الأبحاث كفاءة بعض الكائنات الحية الدقيقة لمقاومة الأمراض ضمن الوسائل البيولوجية فى المقاومة كما سجلت أيضاً المواد العضوية المعدلة Organic amendments كوسيلة للمقاومة إلا أنها تحتاج إلى وقت طويل لإعطاء النتائج المرجوة ولا زالت الأبحاث جارية فى هذا الاتجاه من أجل الوصول إلى نتائج أفضل.

Control of Phytopathogenic Bacteria through Foliar treatments

مقاومة أمراض النبات البكتيرية عن طريق التعامل مع النموات الخضرية

من حيث أن المسطح الورقى للنباتات هو بيئة صالحة لنمو البكتيريا أى كان نوعها سواء كانت متطفلة أو مترممة كما أن النباتات يحتوى على أجهزة إفرازية يمكنها من إفراز مركبات تنافسية مانعة لنمو وإنتشار البكتيريا فإن ذلك يمنحها صفة المقاومة وإعتماداً على الظروف البيئية على سطح النبات والبيئة الكيماوية المحيطة بة كما أنة ومما سبق ذكرة فإن هناك مركبات مخلقة بروتينية وغير بروتينية يمكن رشها على النموات الخضرية لمساعدتها فى مقاومة الامراض الناشئة عن مهاجمة البكتيريا.

Control of Phytopathogenic Bacteria through the uses of Bacteriophages

مقاومة أمراض النبات البكتيرية باستخدام الفيرس البكتيرى (الفاج)

تصاب معظم الأنواع البكتيرية بالفيروس البكتيرى (الفاج) وقد استغلت هذة الظاهرة لإنتاج الفاج المتخصص لكل بكتيريا ممرضة للنبات ومعاملة النباتات بة لحمايتها من البكتيريا والقضاء عليها بتحليلها – مع الوضع فى الإعتبار أنة ليس لهذة الفيروسات البكتيرية أضرار على النباتات وبذلك يسلم النبات من هجوم البكتيريا- وهذا الاتجاه فى المقاومة مازال محدود الاستخدام ولم يصرح بة من الجهات المعنية للاستخدام التجارى.

Antioxidants and their role in the control of phytopathogenic bacteria

مضادات الأكسدة ودورها فى مقاومة الأمراض البكتيرية

من المعروف أن الشوارد الحرة Free radical تتكون فى كافة الكائنات الحية حيوانية أو نباتية كنتيجة ثانوية لعمليات الMetabolism وقد يحتاجها الكائن لمساعدتة فى كبت جماح أحد الكائنات الحية التى تهاجمة إلا أنها قد تهاجم الكائن نفسة وتصبح عبئْ علية فى النمو حيث تقوم هذة الشوارد الحرة بمهاجمة الخلايا الحية السليمة وتعمل على تدميرها والقضاء عليها وكما يحدث فى الإنسان يحدث مثلة فى النبات حيث أن هذة الشوارد تأتى كنواتج ثانوية للعمليات الأيضية وتحتوى ذرات هذة الشوارد على إلكترون فردى فى مدار الذرة الخارجى مما يجعلها شديدة النهم نحو الإستحواز على إلكترون من أى مصدر يقابلها حتى تستقر فتلجأ إلى مهاجمة أى عضو حى تقابلة لتستولى على أحد الإلكترونات منة وبذلك تتركة غير قادر على القيام بعملة الموكل إلية فيضعف ويشيخ مبكراً وفى النبات يقل إنتاجة ويصاب بالأمراض بكافة أنواعها وهنا يأتى دور مضادات الأكسدة لإنقاذ الموقف

حيث لديها العدد الوفير من الإلكترونات بالمدار الخارجى لها يمكنها من الإستغناء عن بعض منها وبالتالى فإن معاملة النبات بهذة المركبات يحميها من مهاجمة المسببات المرضية لها للإستيلاء على إحتياجاتها من الإلكترونات حتى تستقر وهكذا وبهذا الأسلوب يمكن حماية النباتات لتنموا قوية تستيطيع حماية نفسها من الهجوم الخارجى وبذلك تنمو بصورة جيدة ذات وفرة فى الإنتاج ومن أهم امثلة مضادات الأكسدة المركبات الفينيولية ومشتقاتها.

Modern Trends in Plant Pathogenic Bacteria Control

اتجاه حديث فى مقاومة أمراض النبات البكتيرية

الطرق الحديثة فى المقاومة لأمراض النبات البكتيرية تشمل واحدة أو أكثر من الطرق الآتية والتى سبق التعرض لها منها PGPR والزيوت المستخلصة Essential oils والخلاصات العطرية من ال aromatic plants والبكتيريوفاج كما أن هناك أيضاً مبيدات بكتيرية كيماوية Bactericides منها Bronopol, copper hydroxide, copper sulfate, copper oxychloride, cresol, dichorophan, dipirithione, dodicin, formaldehyde, 8- hydroxyl quionline sulfate, kasugamycin, nitrapyrin oxolinic acid , oxytetracydine, probenazole, streptomycin, teclofatalam and thiomersal, ومن حيث أن المركبات الكيماوية يتكرر استخدامها أكثر من مرة على النباتات خلال موسم النمو فإنها تسبب أضراراً خطيرة للبيئة وللنباتات وينفرد تكنيك الهندسة الوراثية فى مقاومة الأمراض بقلة تأثيرة السلبى على النباتات حيث الهدف منة هو تنشيط مقدرة النبات على مقاومة الأمراض ومن حيث أن خطط المكافحة المتكاملة (أو المدمجة) للأمراض والتى تشمل فى طياتها استخدام المواد السامة الناتجة من النباتات مثل مستخلصات بذور النيم، البوستاشيا، اللانتانا، ست الحسن وغيرها بالإضافة إلى الزيوت العضوية - استخدام أصناف مقاومة – المقاومة البيولوجية – العمليات الزراعية مثل الدورة الزراعية والحجر الزراعى – استخدام مضادات الأكسدة.فإن محاولات تخليق مركبات أقل سمية وأكثر ثباتاً تظل شديدة الأهمية من أجل تقليل نفقات المكافحة وتشجيع استخدامها على نطاق أوسع.

Scientific and Economic Impact on Plant Pathogen Bacteria

الواقع الإقتصادى والعلمى على وجود البكتيريا المسببة لأمراض النبات فى البيئة

البكتيريا الممرضة للنبات تصنف على أنها كائن إنتهازى opportunistic organisms وعلى سبيل المثال فإن الجنس Pantoeo (Formarly: *Erwinia herbecola*) spp بالرغم من أنه

مسبب مرضى للنبات إلا أنه إذا ما وصل للإنسان عن طريق عمدى أو بالمصادفة خلال تلوث زجاجات المشروبات أو وصوله إلى الأوردة عن طريق سرنجات ملوثة أو من المحاليل الغذائية Intravenous feeding أو منتجات الدم، ومخدر الـ Propofol، أو الأنابيب التى قد يعاد استخدامها أكثر من مرة مثل أنابيب الطرد المركزى فى بعض الأحوال فإن ذلك يقضى على الإنسان لشدة تأثيرة.

وقد سجل العديد من الأنواع النباتية المنزرعة التى يمكنها استضافة هذا الميكروب فى منطقة الريزوسفير rhizospheres–(على عكس الحيوان الذى تتواجد فى أمعاءة) –حيث يكثر تواجد هذة البكتيريا فى المسافات البينية للخلايا النباتية.

إضافة إلى ذلك فإن هناك نطاق واسع من البكتيريا الممرضة للنبات تفرز بروتينات ومركبات أخرى داخل العائل إلا أنة فى بعض الأحيان فإن هذة الإفرازات تكون غير متخصصة لعائل معين مما يصعب التعامل معها وعلى أى حال فما زال هناك العديد من النقاط الغامضة فى تفهم ميكانيكية إفراز السموم البكتيرية تحتاج إلى الدراسة.

مراجع(References)

- Velu R K et al 2011 Plant Pathogenic Bacterial.
- Hider R 1984.
- Wikipedia 2018.
- Agrios2005.
- A Number of open access articles 2018.
- Elwakil, M. plant pathogenic Bacteria e-Book open access.
- Janse I.D. Phytobacteriology 2006.
- ELwakil, Plant diseases caused by Bacteria, Mycoplasma, Spiroplasma and Rickettsia1987.Iraq.
- محمد الوكيل1985 أمراض النبات المتسببة عن الكائنات الحية بدائية النواة دار المعارف – مصر