

Self-Inhibition in Phytopathogens

التثبيط الذاتي في ممرضات النبات

د. محمد عبد الخالق الحمداني

Mohammed A.AL-Hamdany

mohammed2472010@yahoo.com

يحدث أحيانا خلال برامج التلوّث الإصطناعي، عند استخدام معلق مائي لأبواغ فطر معين أو كميات كبيرة من الأبواغ التيلية في تلوّث بذور أو في بعض التجارب الخاصة بدراسة حيوية أو إنبات الأبواغ، تدني النسب المئوية للإنبات أو أعداد مواقع الإصابة بما لا يتناسب مع التركيز المستعمل. أثبتت كثير من الدراسات على وجود مواد مثبطة لإنبات الأبواغ المنتجة لها (جدول 1). يكثر حصول التثبيط في تجمعات الأبواغ المراد إختبار إنباتها سواء وضعت في قطرة ماء أو على آكر ماني، لذلك عرفت الظاهرة بتأثير الإزدحام (Crowding Effect). وعلى الرغم من توفر المنطق العلمي في التسمية المذكورة، إلا إن الغالبية العظمى من الباحثين قد استخدموا تسمية أخرى وهي ظاهرة التثبيط الذاتي (Self-Inhibition Phenomenon). إن الحديث عن هذه الظاهرة في الفطريات.. لا بد وأن يقترن بالباحث C.E. Yarwood عام 1954، الذي سجل ضعف واضح في إنبات الأبواغ اليوريدينية للفطر المسبب لمرض صدأ الفاصولياء *Uromyces phaseoli* المنتورة على شرايح من الأكر المائي وخاصة في تجمعات الأبواغ فقط، أي إن إنبات الأبواغ المتواجدة إنفراديا كان كاملا.. وعلى الرغم من عدم توفر وسائل متطورة في تشخيص أسباب ذلك التأثير، إلا إن هناك توقعا بوجود مركبات غازية متطايرة نتجت من قبل الأبواغ المتجمعة.. (تأثير تجمعي تراكمي في موقع واحد)... مما قاد إلى تثبيط إنبات تلك الأبواغ المتواجدة في تلك الكتل....

إن من أروع ما قيل عن التثبيط الذاتي لازال يبحث عن من يستطيع تحويله من فرضية إلى واقع يمكن تطبيقه.... فقد قيل بأن المركبات المثبطة قد تكون طرفا مؤثرا....أو...أن لها دورا مؤثرا عند إنشاء علاقة بين الفطر والعائل النباتي (Establishment of Host: Parasite Relationship). تأسس هذا الرأي من ملاحظة مهمة حدثت أثناء عملية التلوّث الإصطناعي بأبواغ الفطر المسبب لصدأ الفاصولياء، إذ لوحظ إنبات 73% من الأبواغ اليوريدينية الساقطة على أوراق سليمة.... بينما لم يحصل إنبات إلا لـ 13% من الأبواغ اليوريدينية الساقطة على أوراق فاصولياء ذات بثرات يوريدينية (أوراق مصابة سابقا)!!.. مما أثار سؤالا عن أسباب هذا الإختزال الكبير (82.19% من الأبواغ). إن عدم إنبات الأبواغ الساقطة على أنسجة مصابة أثار شبهة واضحة عن إحتمالية أن تكون هناك مواد أو مركبات مانعة لإنبات الأبواغ الساقطة قد تكونت خلال عملية إنشاء مواقع الإصابة... وإن هذه المركبات ذات قدرة تثبيطية عالية قد تفوق بفعلها التثبيطي ما ظهر عند التلوّث الأول (إختزال 23% من أعداد الأبواغ المستخدمة). أضاف هذا التحليل المنطقي لما حصل، بعدا آخرًا لظاهرة التثبيط الذاتي يتلخص في عدم إقتصار وجودها في جدران الوحدات اللقاحية فقط... إن أحد التفسيرات المثارة حول ما حدث في تلك

التجربة هي إمكانية أن يكون النبات المصاب **قد أنتج أو كون بعض مكونات الدفاعات الجزيئية (Molecular Defense) ضد الفطر المهاجم**

تم تأكيد وجود آلية الدفاع الجزيئي في أنسجة النبات المهاجمة من قبل بعض الممرضات من قبل فريق بحثي بقيادة الباحث Ayliffe عام 1997، **حيث وجد بأن هناك زوج واحد من المورثات (الجينات) بصيغة المتنحي (Ressisive) يتحكم بإنتاج المثبطات الذاتية موجودة في الممرضات التي تتواجد في أبواغها الظاهرة ...وهنا يقترح الباحثين عملا مستقبليا ...نتج عن هذا الإكتشاف... وهو ... لو تم نقل هذه الصفة أو بالأحرى المورث المسؤول عن الصفة إلى محصول الحنطة على سبيل المثال فقد يعمل ذلك المورث على منع إنبات جميع الأبواغ اليوريدينية القادمة ... وبذلك سيتم حماية أهم محاصيل الأمن الغذائي العالمي من مخاطر ممرضات الأصداء الثلاثة التي تعصف بإنتاجية المحصول في كل موسم وفي أغلب مناطق زراعة المحصول.....** مما تقدم يبدو بأن عامل التثبيط الذاتي في بعض أبواغ بعض ممرضات النبات المهمة قد يكون له تأثير سلبي على قرارات مهمة تتعلق بجميع برامج حماية المحاصيل الإقتصادية من الممرضات النباتية بدأ من البحث عن مصادر المقاومة مروراً باختيار الآباء وإنهاءاً ببرامج الغرلة لنتائج برامج التربية والتحسين. ولما كان الحرص على تحقيق أفضل توليفة لأركان مثلث الإصابة (Infection Triangle) والذي يعرف بمثلث المرض المتمثلة بالعائل الحساس والممرض الفعال والظروف البيئية المناسبة هي أحد أهم أركان أي برنامج تربية مخصص لمقاومة الأمراض النباتية، وإن الوحدات اللقاحية (Inoculum Units) لمعظم الممرضات الفطرية (Fungal Pathogens) هي الأداة الرئيسية لإنشاء علاقة مع العوائل النباتية، فعلى العاملين أن يحرصوا على مراعاة عوامل عديدة غالباً ما تؤثر سلباً أو إيجاباً في حيويتها. إن تأثير حيوية الوحدات اللقاحية لأي فطر ممرض بالعمر والوسط الذي نمى فيه وطريقة إتصاله أو تماسه مع العائل ووجود أو عدم وجود مركبات كيميائية ذات تأثير سلبي على إنبات تلك الوحدات (Self-Inhibitors) هي حقيقة لا يمكن تجاوزها في ممرضات عديدة، **وإن المركبات الكيميائية سواء كانت طيارة أو غير طيارة (Volatile or non-volatile Self Inhibitors) التي تنتجها مختلف الوحدات اللقاحية سواء أبواغ كونيديية أو كلاميديية أو يوريدينية أو تيلية ، فإنها قد تغير شكلياً نوع الإصابة الملاحظ على العائل إذا لم يحسن تداولها عند التلويت الإصطناعي.**

جدول 1. التثبيط الذاتي في أبواغ بعض الممرضات النباتية

أسماء المثبطات	الأمراض أو النشاطات	الفطريات أو الممرضات
غير مشخص	تقرح أغصان بعض الأشجار	<i>Anisogramma anomala</i>
غير مشخص	التعفن الأسود وأعفان المخازن	<i>Aspergillus niger</i>
غير مشخص	أحد الفطريات الكتريدية المائية	<i>Blastocladiella emersonii</i>
غير مشخص	البياض الدقيقي في النجيليات	<i>Blumeria graminis</i>
Mycosporine-alanine	أنثراكنوز أوراق وسيقان الذرة	<i>Colletotrichum graminicola</i>
غير مشخص	جرب ثمار الخيار	<i>Cladosporium cucumerinum</i>
Gloeosporone	انثراكنوز على مدى عانلي واسع	<i>Colletotrichum cingulata</i> (<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>)
غير مشخص	انثراكنوز الحمص والفلفل	<i>Colletotrichum capsici</i>
غير مشخص	انثراكنوز الفاصولياء	<i>Colletotrichum lindermuthianum</i>
غير مشخص	أنثراكنوز البرسيم	<i>Colletotrichum trifolii</i>
(2E,4E)-2,4-hexadinal, (E)- and (Z)-3-ethylidene-1,3-dihydroindole-3 one , (2R)-(3-indolyl) propionic acid and a pair of isomers named Colletofragaron-A and B	انثراكنوز الشليك	<i>Colletotrichum fragariae</i>
	صدأ صنوبر ذو الأوراق	<i>Cronartium comandrae</i>

غير مشخص	القصيرة	
N, N-dimethylguanosine	تعففات لزجة على المخلفات العضوية في الغابات	<i>Dictyostelium discoideum</i> (Slime Mold)
للمثبط القدرة كذلك على تثبيط عملية تكوين البروتينات		
غير مشخص	التطفل على يرقات نيماتودا النبات	<i>Drechmeria coniospora</i>
غير مشخص	تبقع اوراق الرز	<i>Drechslera oryzae</i>
Nonanoic acid(pelargonic acid)	الذبول	<i>Fusarium oxysporum</i>
غير مشخص	أنثراكنوز	<i>Glomerella cingulate</i>
غير مشخص	التعفن الحامض في ثمار الخضر	<i>Geotrichum candidum</i>
Organic acid	صدأ القهوة	<i>Hemileia vastatrix</i>
غير مشخص	أمراض جلدية	<i>Microsporium gypseum</i>
غير مشخص	لفحة (شرى) الرز	<i>Magnaporthe grisea</i>
غير مشخص	Mold	<i>Mucor</i>
1-octen-3-ol(Mushroom Alcohol)	تعففات الحبوب	<i>Penicillium paneum</i>
غير مشخص	العفن الأزرق على التفاح المخزون	<i>Penicillium griseofulvum</i>
5-Isobutyroxy-β-ionone (quiesone)	البياض الزغبي في التبغ	<i>Peronospora tabacina</i>
غير مشخص	بياض زغبي في فول الصويا	<i>Peronospora manshurica</i>
غير مشخص	التبقع الاسود الربيعي لسيقان الجت	<i>Phoma medicaginis</i>
Methyl 3,4 dimethoxycinnamate	صدأ زهرة الشمس	<i>Puccinia helianthi</i>
غير مشخص	صدأ الذرة البيضاء	<i>Puccinia sorghi</i>
غير مشخص	صدأ أوراق الحنطة	<i>Puccinia triticina</i>
غير مشخص	صدأ فستق الحقل	<i>Puccinia arachidis</i>
Methyl 3,4-methoxycinnamate	Snapdragon rust	<i>Puccinia antirrhini</i>
Coumarins and phenolic acids;	صدأ ساق الحنطة	<i>Puccinia graminis</i>

Methyl cisferulate		
methyl cis-3,4-dimethoxycinnamate	الصدأ الأصفر في الحنطة	<i>Puccinia striiformis</i>
غير مشخص	صدأ الفلفل	<i>Puccinia pampeana</i>
Nonanoic acid, Octanoic acid, and Decanoic acid	احد مكونات الاوساط المخمرة	<i>Rhizopus oligosporus</i>
غير مشخص	تبقع اوراق الرز	<i>Rhynchosporium oryzae</i>
Methyl-3-indole Carboxylate (3-indole Carboxylic acid methyl ester	لفحة اوراق الحنطة	<i>Septoria tritici</i>
Nonanoic acid	إلتهاب الأضافر	<i>Syncephalastrum racemosum</i>
Trimethylalanine	بنط الحنطة العادي	<i>Tilletia laevis</i>
Trimethylalanine	البنط المقزم في الحنطة	<i>Tilletia controversa</i>
Aspartic and glutamic acid	صدأ الفاصولياء	<i>Uromyces phaseoli var typical</i>
غير مشخص	التفحم السائب في الحنطة	<i>Ustilago tritici</i>

وبسبب شيوع الظاهرة في الأبواغ التيلية لمرضات البنط والتفحم في محاصيل الحبوب، فإن هناك مخاوف من أن عمليات التلوين الإصطناعي بمرضات هذه المجموعة قد توفر ظرفاً ملائماً لعمل مركبات التثبيط الذاتي خلال برامج تقييم سلوك الأصناف أو التراكيب الوراثية أو نتائج برامج التربية والتحسين، لذلك يتوجب على القائمين على هذه الدراسات مراعاة التثبيط الذاتي في أبواغ الفطر المستخدم. سجلت أحد الدراسات انخفاض متصاعد في النسب المئوية لإنبات أبواغ تيلية للفطر المسبب لمرض البنط الشائع في الحنطة (القمح) *Tilletia tritici* (*T. caries*) عند زيادة تركيز الأبواغ التيلية الموجودة على 1 ملليمتر مربع من الأكر المائي (Water Agar) .. كما في جدول 2.

جدول 2. تأثير التثبيط الذاتي على إنبات الأبواغ التيلية للفطر المسبب لمرض بنط الحنطة *Tilletia tritici* الموضوعة على 1mm^2 من أكر ماني¹.

النسب المئوية لإنبات الأبواغ التيلية %	أعداد الأبواغ التيلية على 1 ملليمتر مربع
79	3
77	9
62	30
34	100
12	302
0.0	1000

1. أستخدم الأكر الماني بتركيز 3%.

إن تواجد أكثر من 500 بوغ تيلي في مساحة 1 ملليمتر مربع في محيط بذرة الحنطة وخاصة منطقة الشعيرات ليس بأمرًا مستبعدًا عند استخدام مستويات عالية من التلويث قد تفوق 0.5 غم أبواغ لكل 100 غم بذور ، لأن البعض يعتقد خطأ بأن الإكثار من الوحدات اللقاحية سوف يعطي ضمانًا أكيدة لحصول الإصابة أو مستويات عالية من الإصابة. لذلك، يمثل إختلاف أعداد الأبواغ على بذور الحنطة نتيجة لأخطاء فنية في التلويث منفذا جيدا لحصول مستويات متفاوتة من التثبيط الذاتي داخل مكررات المعاملة الواحدة أو بين المعاملات بما لا يتناسب مع التركيز المستخدم ، وللتخلص من هذه الظاهرة يفضل أن يتم تلويث البذور من قبل شخص واحد وفي موعد واحد لتلافى حدوث أية عوامل تؤثر سلبا على النتائج . تعكس مكونات جدول 3 تفاوت أعداد الأبواغ التيلية على البذور على الرغم من استخدام مستوى واحد من التلويث بمرض بنط الحنطة ...

جدول 3. أعداد الأبواغ التيلية لمرض بنط الحنطة عند تلويث البذور بمستويات مختلفة من الوحدات اللقاحية /100 غم بذور حنطة.

الملاحظات	أعداد الأبواغ التيلية / بذرة بعد التلويث	مستويات التلويث (غم أبواغ / 100 غم بذور حنطة ¹)
لا يوجد تناسب بين مستويات التلويث وبين أعداد الأبواغ التيلية المتواجدة على كل بذرة حنطة ملوثة؟؟؟؟؟؟!!!!!!... ⁴	533	0.01
	176	0.02
	13188	0.05
	5333	0.1
	434	تلويث كثيف بحيث أصبحت البذور سوداء اللون ²
	200000 إلى 400000 ³	تلويث كثيف

1. استخدمت المستويات الستة في دراسات عديدة
2. تم دك البذور والكرات المتفحمة بشدة بحيث اصبح لون بذور الحنطة أسودا !
3. حسبت أعداد الأبواغ التيلية بعد تلوين كثيف بالأبواغ التيلية لأحد التجارب
4. رأي كاتب المقالة عن التناقض بين المستويات والأعداد ... فهناك تناقض كبير بين أي عددين عند اعتماد قانون النسبة والتناسب ... فتضاعف المستوى من 0.01 غم إلى 0.02 غم لم ينعكس على أعداد الأبواغ التيلية الموجودة على البذور ... وهكذا مع حالتي التلوين الكثيف !!!!!!!

إن التناقض الموجود في أعداد الأبواغ التيلية في ثلاث تجارب مختلفة المكان والزمان دليل أكيد على إمكانية حدوث الظاهرة لتوفر ظروف مناسبة لعمل المثبطات الذاتية ، وبذلك فإن فرص حدوث تثبيط شديد أو كامل لإنبات الأبواغ و هروب البادرات من الإصابة كبير جدا قد تسببه طرائق العمل . إن تواجد مستويات إصابة عالية على بعض الأصناف المدروسة ، قد يعطي إنطباعا منطوقيا ، بأن عدم حصول إصابة في سنابل تركيب معين قد يعكس المقاومة **وهو غير ذلك إن كان هناك إختلافا في مستويات التلوين .** إن التأثير السلبي للمثبطات الذاتية لا يتوقف على ممرضات البنط أو التفحم، بل ، قد يسبب التثبيط الذاتي نوعا من الإرباك في قراءة النتائج الخاصة **بشدة الإصابة التي تحدثها ممرضات الأصداء** ... ولما كان هناك تغير في مستويات التثبيط الذاتي بين الطرز الممرضة (السلالات) .. فعلى القائمين بالعمل أن يجرو إختبار بسيط للتأكد من مستويات التثبيط الذاتي في أبواغ كل طرز أو سلالة أو عزلة... إن أفضل وسيلة لتجنب الوقوع في خطأ قد تسببه مركبات التثبيط الذاتي ، يكمن في إختبار تأثير غسيل الأبواغ بالماء على إنبات أبواغ الفطر نفسه . يمكن إستخدام قطرة من الغسيل على شريحة زجاجية تحضن داخل طبق زجاجي محكم بعد وضع اعداد من الأبواغ فيها. تستخدم قطرة من الماء المقطر للمقارنة. كما يمكن إختبار كتل من الأبواغ وأبواغ مفردة على آكر ماني بتركيز 2% ... كما يمكن تقليل تأثير التثبيط الذاتي في ممرضات البنط والتفحم من خلال عدم وضع البذور الملوثة في تربة رطبة جدا لأن أغلب المركبات الكيميائية المثبطة لإنبات الأبواغ التيلية لممرضات التفحم قابلة للذوبان بالماء.

وعلى خلاف أمراض التفحم والذبول ، فإن السلوك المرضي (Disease Response) الذي يعتمد بشكل أساسي على أربعة صفوف وهي المقاومة (R) بنوعها العالي (HR) والمعتدل (MR) والحساسية (S) (بنوعها العالي (HS) والمعتدل (MS) في الأصداء هي الأسلوب الأمثل في تقييم الأصناف أو نتائج برامج التربية والتحسين لتجنب أي إختلاف في شدة الإصابة التي تعكس المساحة المشغولة بالبثرات في ورقة أو موقع محدد.. فلو كانت أعداد البثرات أو شدة إصابة هي المعيار المستخدم في تقييم الأصناف ، لتغير ترتيب الأصناف بعد كل فترة زمنية بينما حافظت الأصناف على سلوكها المرضي خلال جميع الفترات، لذلك على العاملين مع الأصداء أن لاتشغلهم كثيرا تحديد أعداد البثرات لأن هذا العدد قابل للتغيير مع الزمن ... لكن السلوك المرضي هو القراءة الثابتة التي نادرا ما تتغير مع تغيير أعداد البثرات في أي مساحة من الورقة. إن اعتماد إختبار السلوك المرضي جنبا لجنب مع شدة الإصابة أفضل الحلول لمشكلة التثبيط الذاتي في ممرضات الدورات المتضاعفة (Multiple Cycle Pathogens) .