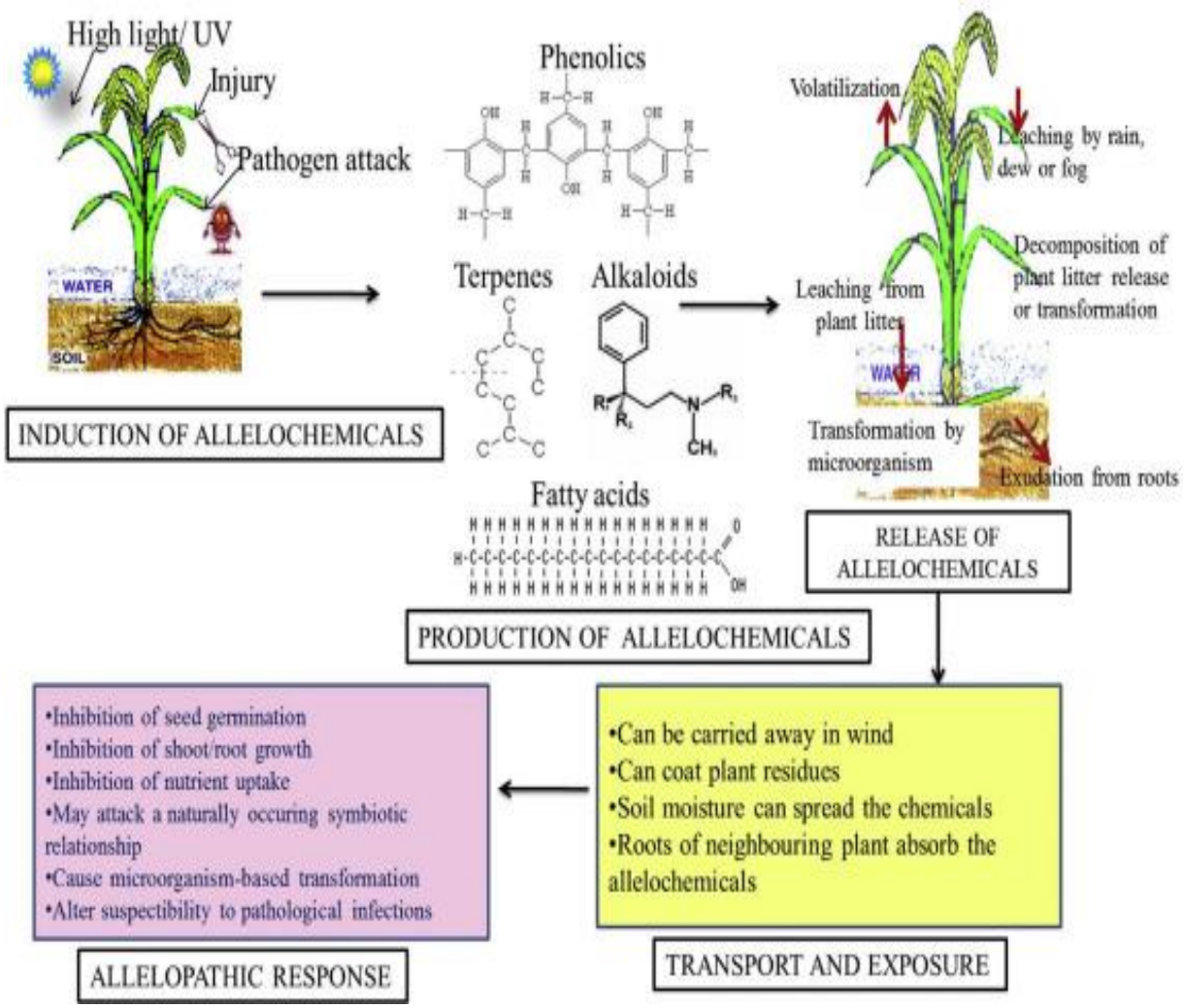
دور الأليلوباثي في أمراض النبات

الجزء الرابع

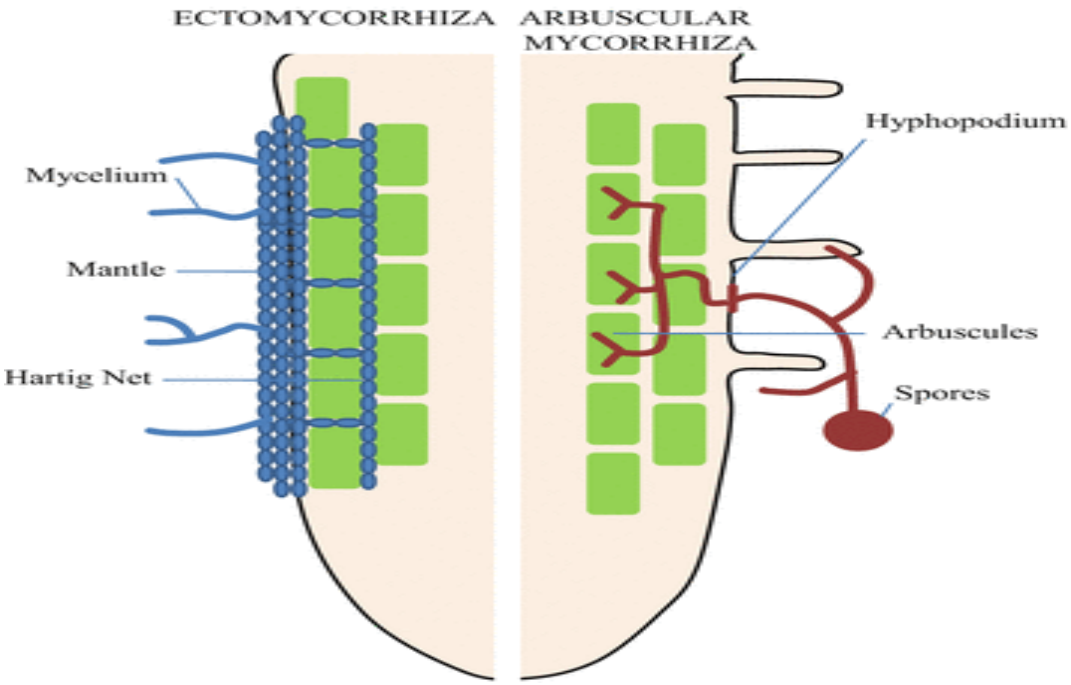
إعداد د. محمد عبد الخالق الحمداني (تخصص أمراض نبات)

مركبات الفلافونويد و الميكوريزا

الفعل الأليلوباثي للمخلفات النباتية على ممرضات النبات المقيمة في التربة



مخطط لما يحدث في نباتات الأليلوباثي والتي تتضمن إنتاج المركبات وطرحها للجو أو للتربة وإنتقالها وتأثيراتها المحتملة على إنبات بذور الأدغال أو على أطوال الجذور والسيقان أو على إمتصاص المغذيات والمجتمعات السكانية لعدد من الكائنات الدقيقة ...



فوق مخططات للميكورايزا الداخلية والخارجية ، تحت:الميكوريزا الخارجية بين الفطر *Cenococcum graniforme* وجذور أشجار مجموعة الصنوبريات

تعرف الميكوريزا (Mycorrhizae) بأنها أحد أشكال العلاقات التعايشية ، تحدث بين فطريات معينة مع جذور عوائل نباتية معينة ايضا . تساعد هذه العلاقة النباتات في تحمل كثير من الإجهادات البيئية أو التغذوية وخاصة نقص أو عدم جاهزية الفسفور للنبات. ومن المعروف بأن الفطريات التي تشترك بعلاقة الميكوريزا غالبا ما تنتج ابواغها على سطوح الجذور او في التربة المحيطة بالجذور (Rhizosphere) ،

ولذلك فإن بدء العلاقة التعايشية مرتبط بإنبات تلك الأبواغ وتكون بدايات الخيط الفطري (Hyphae) ، وقد تتأثر الأبواغ المتواجدة خارج سطح الجذر بإفرازات الجذور مما يؤدي إلى أن يكون إتجاه أنابيب الإنبات (Germ tubes) بإتجاه جذور العائل إستجابة لإفرازات جذوره أي إن هناك إنجذاب كيميائي (Chemotasis) . إن حدوث التماس بين أطراف الخيوط الفطرية وسطوح جذور العائل يعد مقدمة لإختراق العائل ومن ثم تكوين العلاقة والتي غالبا ما تكون على نوعين خارجية وداخلية ، حيث تتكون تراكيب فطرية خاصة بكل نوع (Harrison, 2005) .

سجلت عدد من الدراسات حدوث تغييرات في المحتوى الأنزيمي أو الكيميائي داخل الجذور الداخلة في تلك العلاقة سواء خلال مراحل نشوءها ا أو بعد إكتمالها ، فقد أكتشف وجود أنزيم ألـ Chitinase في جذور الكراث (Leek) خلال المراحل المبكرة من إنشاء العلاقة التعايشية مع فطريات الميكوريزا الشجيرية المتحوصلة Vascular Arbuscule (VA) (Spanu *et al*., 1989) وكذلك أنزيم آخر هو ألـ Peroxidase (Spanu & Bonfante, 1988) ، كما لوحظ تزايد مستويات مركب Nonflavonoid acetylenic phytoalexin " Wyerone" , في جذور باقلاء (Faba bean) بعد تلويثها بفطر الميكوريزا *Glomus intraradices* (Kape *et al*., 1993)، كما ان جذور فول الصويا(Soybean) التي استعمرت (Colonized) من قبل نوعي جنس فطريات الميكوريزا Glomus وهما *Glomus mosseae* أو *Glomus fasciculatus* قد تجمع فيهما المركب isoflavonoid phytoalexin glyceollin I بكمية اكبر من تلك الكمية الموجودة في جذور ليس فيها تلك العلاقة التعايشية (Morandi *et al*., 1984) . وجد بأن بعض إفرازات الجذور المشتركة بالعلاقة التعايشية مع فطريات الميكوريزا ، تملك قدرة على تحفيز إنبات الأبواغ ولها تأثير إيجابي على زيادة وتائر نمو الخيوط الفطرية وزيادة تفرعاتاتها في التربة وهي من **مجموعة الفلافونويد** ، فقد تراوحت تراكيزها مابين 0.5-20 ميكرو مل (µM) (Siqueira *et al*.,1991, Scervino *et al*.,2005,2007; Kikuchi *et al*, 2007; Steinkellner *et al*.,2007) .

تم تشخيص المركب Isoflavonoid coumestrol كمحفز لنمو الخيوط الفطرية في أحد الدراسات التي تتناول هذا الموضوع (Morandi *et al*., 1984) ، كما شجعت بعض مركبات الفلافونويد العلاقة التعايشية (المايكوريزا) في ظرف نقص الفوسفور في التربة المحيطة بالنبات (Akiyama *et al*., 2002) أشارت أحد الدراسات إلى أن دور مركبات الفلافونويد داخل جذور بعض النباتات قد يكون منضما لتفاعلات الدفاع ضد الممرضات ، ولذلك فقد يكون غزو فطريات الميكوريزا لجذور بعض العوائل النباتية والتسبب في إفراز مركبات Flavonoid Phytoalexins يمثل أحد آليات الدفاع ضد بعض الممرضات المقيمة في التربة (Harrison and Dixon, 1993) .

المركبات المضادة التي تفرزها الكائنات الدقيقة

تكمن الأهمية البيئية للمركبات المضادة (Antibiotics) التي تنتجها كائنات التربة الدقيقة (Soil microorganisms) في أن دورها قد يمثل أحد **أسباب التنوع الإحيائي في المناطق المحيطة بالجذور** تبعا لنوعية الكائنات ونوعية المثبطات ، **لذلك لابد أن تتضمن الدراسات المستقبلية هذا الجانب الذي يعتبر حلقة الوصل بين المهتمين بحماية النباتات من المسببات المرضية والعاملين على ظاهرة الأليلوباثي** ، لأن تأثير تلك المضادات لابد وأن يطال الخيوط الفطرية (Hyphae) سواء للفطريات الممرضة أو الفطريات التي تتعايش مع الجذور لتكوين الميكوريزا ، فقد درس على سبيل المثال كل من Santoro & Casida عام 1962 تأثير المضادات على هايفات فطريات تابعة للجنسين Boletus و Amanita (القبيلة البازيدية) داخل المختبر ، كما أختبر كل من Krywolap & Casida, 1964 كفاءة سبعة سلالات من

فطر الميكورايزا *Cenococcum graniforme* الذي غير ليصبح *Cenococcum geophilum* ، في إنتاج المضادات الحيوية ، فوجدا بأن كل السلالات المدروسة قد أنتجت مضادات لها القدرة على منع بكتريا ذات صبغة كرام موجبة (Gram-positive bacteria) فضلا عن منع نمو الفطريات التالية: *Rhizoctonia meliloti* و *Saccharomyces cerevisiae* ، كما منعت نمو بعض العزلات العائدة لـ للبكتيريا الخيطية Actinomyces ولكنها لم تمنع نمو سلالات الفطر المنتج لها *Cenococcum geophilum* ، **مما يشير إلى قدرة بعض فطريات الميكوريزا على حماية جذور العوائل المتعايشة معها من ضرر بعض ممرضات الجذور وهي حقيقة اثبتتها الدراسات اللاحقة وخاصة على الميكوريزا الخارجية .**

عزل Krywolap وفريقه العلمي مضاد من الفطر *Cenococcum graniforme* وكذلك من جذور وأوراق أبرية لأشجار الصنوبر الأحمر (*Pinus resinosa*) و الصنوبر الأبيض ومن العائل *Picea abies* ، وقد أثبتت إختبارات الكروموتوكرافي السائدة في ذلك الوقت ، على أن المضاد المعزول مماثل للمضاد المعزول من المزرعة الفطرية لفطر الميكوريزا *Cenococcum graniforme* (Krywolap and Casida, 1964) . **كما وجد نفس المضاد في التربة الواقعة تحت الأشجار الحور المقطوعة التابعة للجنس Aspen ، حيث كانت هناك أجسام حجرية (Sclerotia) للفطر المذكور وقد تم تأكيد نتائج هذه الدراسة على نفس الأشجار في ولاية بنسيلفينيا الأمريكية (Grand & Ward, 1969) .**

توضحت كفاءة فطريات الميكوريزا في ثبيط نمو ممرضات معروفة مقيمة في التربة بشكل واسع حيث توضح من خلال إختبار قدرة **سبعة أنواع من فطريات الميكوريزا** المعروفة بإشتراكها مع نوعي الصنوبر Loblolly Pine و Shortleaf **Pine** **في منع نمو مستعمرات لـ 48 ممرض تنتمي لمملكة الفطريات ومملكة كروميستا** (أشباه الفطريات ويقصد بها المجموعة البيضية) على وسط غذائي داخل المختبر وقد تضمنت الفطريات وأشباه الفطريات الممرضة أنواع من الأجناس التالية:

Armillaria و Cylindrocladium و Fomes و Fusarium و Phytophthora و Polyporus و Poria و Pythium و Rhizoctonia و Sclerotium و الطور الجنسي للفطر *Rhizoctonia* sp. (*Thanatephprus cucumeris*). وجد بأن فطريات الميكوريزا *Laccaria laccata* و *Lactarius deliciosus* و *Leucopaxillus cerealis* var *piceina* و *Pisolithus tinctorius* و *Suillus luteus* منعت نمو 50% من ممرضات الجذور **وإن صنف النوع *Leucopaxillus cerealis* var. *piceina* وحده قد منع نمو 92% من الممرضات المختبرة ، وإن راشح مزرعة الصنف الفطري المذكور منع نمو بكتريا التربة وإنبات أبواغ سابحة للممرض البيضي *Phytophthora cinnamomi*** المسبب الرئيسي لمرض الورقة الصغيرة (Littleleaf Disease) في كل من Loblolly Pine و Shortleaf Pine (Marx, 1969a) . شخص المضاد على أنه diatretyne nitrile ، ووجد معه مضاد آخر diatretyne 3 ، وقد منع المضاد الأول إنبات 20% من الأبواغ السابحة (Zoospores) التابعة للممرض البيضي *Phytophthora cinnamomi* عندما أستخدم بتركيز 50-70 جزء بالبليون (50-70 ppb) ، **بينما منع إنباتها بشكل كامل عندما أستخدم بتركيز 2 جزء بالمليون (2ppm)** ،ولم يؤثر على إنبات بذور أشجار صنوبر ذو الورقة القصيرة (Shortleaf Pine)حتى لو غمرت البذور في تركيز 40 ppm لمدة

2-1 ساعة (Marx, 1969b) أو على إرتفاع البادرات ولا على ألوان الأوراق الأبرية أوعلى نمو الجذير عندما تعامل تلك التراكيب بـ 6ppm ، بينما يضعف تطور البادرات عند التراكيز 8 و 10 جزء بالمليون وإن 20 جزء بالمليون وأعلى من هذا التركيز يمنع نمو البادرات بشكل كامل (Marx, 1969b).

تضمنت أحد التجارب دراسة مديات تأثير الميكوريزا على جذور الاشجار المجاورة والخالية من تلك العلاقة التعايشية من خلال فعالية الممرض البيضي *Phytophthora cinnamomi* ، حيث أستخدمت جذور شتلات من صنوبر الورقة القصيرة ليس فيها علاقة الميكوريزا ولكنها مجاورة لشتلات تحتوي جذورها على علاقة متكاملة مع فطريات الميكوريزا ، **فوجد بأن 25% من الجذور المجاورة لفطر الميكوريزا *Leucopaxillus cerealis* var *piceina* قد أصيبت بالأبواغ السابحة (Zoospores)**، بينما أصيبت جميع الجذور القصيرة لشتلات المقارنة (بدون فطريات ميكوريزا) أو الجذور القصيرة المجاورة لفطري الميكوريزا *Laccaria laccata* و *Pisolithus tinctorius* ، و77% من الجذور المجاورة لجذور فيها فطر الميكوريزا *Suilus luteus* لشتلات النوع Shortleaf Pine و 85% عندما كانت الجذور لشتلات النوع Lobloly Pine .....

<u>مما يدل على إن عملية التثبيط التي تقوم بها فطريات الميكوريزا تعتمد على نوع الفطر وكذلك نوع العائل (Marx, 1969).</u>

وعلى العكس من ذلك ، فإن بعض المركبات الكيميائية التي تفرز من قبل جذور بعض النباتات قد تحجم او تمنع فطريات الميكوريزا ، فقد لوحظ بأن مركبات مجموعة pyranoisoflavones التي تنتجها جذور النبات البقولي White Lupin بدون أي علاقة مع فطريات الميكوريزا ، لها القدرة على تثبيط تفرع هايفات فطريات الميكوريزا (Akiyama *et al*., 2010)،

<u>مما يؤكد عدم وجود حالة عامة للتأثير الإيجابي أو السلبي لمركب معين</u> ،

فعلى الرغم من تأكيد دراسات عديدة على حصول زيادة في محتويات الفينول في الجذور التي لوثت بفطريات الميكوريزا والممرضات (Dehne and Schonbeck, 1979; Cordier *et al*., 1998) ، سجل آخرون إنخفاض تجميع الفايتوأليكسين في نباتات لقحت جذورها بفطريات الميكوريزا حيث سجل دور سلبي للميكوريزا الشجيرية المتحوصلة {Vascular Arbuscule (VA)} من خلال تحجيمها لدفاعات بعض العوائل النباتية ، فعلى سبيل المثال ، فإن نشاط الأنزيم Endochitinse قد انخفض في جذور الفاصولياء بعد 6-10 اسبوع من إستعمار الجذور من قبل فطر الميكوريزا *Glomus intraradices* (Lambais & Mehdy, 1993) ، كما وجد بأن الفطر الميكورايزي *Glomus versiforme* قد حجم الإستجابة الدفاعية ضد الممرضات في صنفين من نبات الجت(Harrison & Dixon, 1993) ،

مما ينفي التعميم السلبي أو الإيجابي .

تلعب الأحياء المجهرية دورا مهما في تداخلات الأليلوباثي ، لأنها تستطيع وبسهولة أن تغير المركبات الكيميائية أو تنقل المركبات المتحررة خلال العمليات الأيضية (Pellissier & Souto, 1999)، فعلى

سبيل المثال فإن الحوامض الفينولية قد تتغير أشكالها من خلال الإضافة أو الحذف لأي مجموعة جانبية وبلمرتها (Polymerization) .

عوامل المكافحة الأحيائية كمصادر المضادات الحيوية

وعلى الرغم من تعرض نباتات الرز للمهاجمة من قبل ممرضات عديدة ، إلا أن اللفحة البكترية المتسببة عن *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* تمثل أهم وأخطر أمراض الرز لأن البكتريا المسببة للمرض تملك أعلى قدرة على إحداث الوبائية (*High Epidemic Potential*). تم العثور على أحد عزلات أو سلالات البكتريا الومضية fluorescent *Pseudomonas spp*. تملك قدرة **على إنتاج المضاد الحيوي 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG)** الذي إستعرضت قدرته بتثبيط نمو البكتريا *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* في الإختبارات المختبرية ، كما تمكنت تلك السلالة من إختزال شدة الإصابة بما يعادل 59-64% خلال تجارب المشبك والحقل (Velusamy et al., 2006).

يعتقد بأن هناك مركبين من مجموعة المركبات الأليلوباثية في نباتات الرز وهما:-5,7,40-trihydroxy 30,50-dimethyoxy flavone المعروف بإسم a flavone و 3-isopropyl-5-acetoxy cyclohexene-2 المعروف بـ acyclohexenone ، لهما دور في الجهاز الدفاعي للرز ضد الفطرين المسببين لتعفن البادرات والشرى (Seedling Rot& Blast) كما تم توثيقه من قبل Singh, *et al.*, 2012. وجد في أحد الدراسات بأن البكتريا المستعمرة للجذور والتابعة للأجناس Pseudomonas و Paenibacillus و polymyxa فضلا عن الكائنات الدقيقة داخل الأنسجة النباتية السليمة (Endophytes) والبكتريا Aur9 المعروفة سابقا تحت إسم *Chryseobacterium balustenum* *Flavobacterium balustinum*، **قد يكون لهم دور في تنضيم تصنيع المركبات الأليلوباثية في النبات و تشجيع مقاومة العائل النباتي لبعض الممرضات وتحمل ظروف الشد الغير أحيائي :**

. (Van Loon,2007 ; Dardanelli *et al.*,2010 ; Mishra & Nautiyal, 2012)

ومن الجدير بالذكر بأن البكتريا *Paenibacillus polymyxa* المعروفة سابقا بـ *Bacillus polymyxa* وهي ذات صبغة كرام موجبة و قادرة على تثبيت النيتروجين ، غالبا ما توجد في التربة وفي جذور النباتات وكذلك في ترسبات البحار، أما البكتريا *Chryseobacterium balustinum* فقد عزلت من دم الأسماك(Huang and Chau, 2005 ; *Huang et al., 1992*).

كما سجل قدرة الكائنات الدقيقة : *Polyangium* spp. *Paecilomyces variotii* ; *Streptomyces albospinus* ; *Fusicoccum* spp.

على إنتاج مركبات أليلوباثية لها فعل مبيدي (Cutler, 1999a) ، وإن هناك مركبات أيضية ثانوية مثل Phenazinesو Phloroglucinols تفرز من قبل عدد من البكتريا لها القدرة على تحجيم إصابة الجذور وقد يكون نقل هذه الصفة لبعض المحاصيل الغذائية من خلال التقنيات الحديثة لحماية نباتات تلك المحاصيل من الفطريات المسببة لتعفن الجذور من الأهداف المستقبلية (Fujimoto, *et al.*, 1995; Weller & Thomashow,1999) ، وكان المركب Pyrrolnitrin قد عزل من البكتريا *Pseudomonas pyrrocinia* (وتركيبه الكيميائي {3-chloro-4-(chloro-2-nitrophenyl) Pyrrole} له فعالية مضادة ضد مدى واسع من الفطريات (a broad-spectral antifungal activity) وقد وجد هذا المركب ايضا في بكتريا اخرى استخدمت كعوامل مكافحة أحيائية ضد مسببات مرضية . بينما عزل المركب Strobilurin من الفطر البازيدي *Strobilurus tenacellus* ، وكلا المركبين يقعان ضمن المجاميع التي تنضوي تحتها المركبات الأليلوباثية كالفلانويد والسابونين أو القلويدات أو المركبات الفينولية.(Gullino, et al., , 2000).

أعتقد البعض بأن المضادات المنتجة من قبل أنواع الجنس Streptomyces قد يكون لها الدور الرئيسي في ظاهرة التضاد الفطري (Lockwood, 1959) ، بينما أسفرت دراسة أخرى لكل من Mishra& Pandey عام 2010 عن إستنتاج **مفاده بأن المواد التي تمتلك قدرة تضادية تجاه الكائنات الأخرى لها أصول أحيائية (Biological Origins)** ، ولما كان هناك مجموعة من المركبات الكيميائية المنتجة من قبل بعض النباتات لها القدرة على منع إنبات الأبواغ ، وإن هذه المركبات تدخل للتربة بطرائق عديدة منها ترك المخلفات أو إضافة مخلفات نباتية للتربة كما سيأتي التطرق إليه ، فمن الممكن ان تكون بعض هذه المركبات مسؤولة ولو جزئيا أو مشتركا بعملية التضاد الفطري . درس سلوك مجموعة من أصناف فول الصويا {Pigeon-pea(*Cajanus cajan*)} ضمت أصناف مقاومة وأصناف حساسة للفطر المسبب لمرض الذبول *Fusarium udum* ،حيث عزلت كائنات دقيقة من التربة المحيطة بجذور المجموعتين (Rhizospher) تبين بأن ما يعادل 13-33% من العزلات التي كانت متواجدة حول جذور نباتات الأصناف المقاومة ثبطت نمو الفطر المسبب للذبول ، بينما فشلت جميع العزلات **المتواجدة في بيئة جذور نباتات الأصناف الحساسة من إحداث أي نوع** من أنواع التثبيط ضد الفطر *F. udum* (Agnihothrudu, 1955)، وقد كانت كل العزلات الفعالة في فعلها التضادي تنتمي للجنس Streptomyces .

إستفحل ضرر الممرض البيضي *Pythium* spp. وخاصة السلالة السائدة Group G للنوع *Pythium ultimum* في كندا وتحديدا مقاطعات ألبيرتا و كيوبيك وكولومبيا البريطانية ،حيث تنتشر اعراض مرضية على مدى واسع من العوائل النباتية المزروعة في ترب تلك المقاطعات **<u>وإن أخطرها سقوط البادرات سواء قبل البزوغ او بعده</u>** ، فضلا عن الأعراض المرضية التالية :تعفن البذور و تعفن الجذور وتعفن مناطق التاج ولفحة البادرات ،حتى في أعشاب المساحات الخضراء. وبسبب الإستخدام المفرط للمبيدين Thiram 75% WP و Apron Fl فقد شجعت الآثار السلبية في الحقول المعاملة الباحثين على توضيف المكافحة الأحيائية في الزراعة العضوية من خلال معاملة بذور بعض العوائل النباتية بعزلات من البكتريا *Rhizobacteria* spp. أظهرت كفاءة عالية في تقليل أضرار الكائن البيضي الممرض في محاصيل العصفر و البنجر السكري والبزاليا وCanula (جدول 9) .

جدول9: دليل عوامل المكافحة الأحيائية البكتيرية الكفوءة ضد الممرض البيضي *Phytium* spp. ومدى سلامة توضيفها بالنسبة للبيئة (Eco-Frendly index) . [1]

Eco-friendly Index [2]	تأثيراتها على البيئة Environmental Impact	عوامل المكافحة البكتيرية Bacterial Bio-Agents
+++	تحسين صحة النبات وخصوبة التربة	*Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae*
++	تحسين صحة النبات .. ممرضة للبشر	*Pseudomonas fluorescens*
++	تحسين صحة النبات ... ممرضة للبشر	*Pseudomonas putida*
++	تحسين صحة النبات .. ملوثة لطعام البشر وممرضة في الطعام	*Bacillus cereus*
++	تحسين صحة النبات ممرضة للبشر	*Pantoea agglomerans*
+	تسبب تلون وردي لبذور البزاليا والفاصولياء والعدس والحمص والحنطة والعفن التاجي في rhubarb	*Erwinia rhapontic*
+	تسبب تعفن طري للجزر ولثمار محاصيل خضر وفاكهة عديدة	*Ewwinia carotovora*

1. أعطت جميع البكتريا المستعملة نتائج جيدة في تحجيم نمو الممرض البيضي بغض النظر عن تأثير كل عامل على البيئة (McCullagh, et al. 1996)
2. قيمت درجة ملائمة عوامل المكافحة للبيئة ، وفق الدرجات الأربعة التالية:

صداقة ضعيفة جدا = - ، صداقة واطئة معتدلة = +، صداقة عالية معتدلة = ++، صداقة عالية +++

إستخدمت العزلات التالية من بكتيريا مثبتة للنيتروجين وبكتيريا أخرى على بذور الفاصوليا في تجارب داخل غرفة النمو :

Rhizobium leguminosarum bv. *viceae* R12 or R21, ; *Rhizobium leguminosarum* bv. *Phaseoli* ; *Pantoea agglomerans*

لمكافحة بكتريا الذبول في الفاصولياء المتسبب عن العزلة الصفراء YSB-2 للبكتريا *Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens*. المعروفة سابقا بإسم:

. *Corynebacterium flaccumfaciens* subsp. *flaccumfaciens* (Hedges) Dowson.

أسفرت تلك التجارب عن النتائج التالية :

1. نجحت جميع عوامل المكافحة في إختزال كل من النسب المئوية للإصابة و شدة الإصابة بالبكتريا *Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* على نباتات الصنف Navy Bean Cv Mordan 003 ، مع زيادة في بزوغ البادرات وزيادة إطوالها.
2. أعتبرت سلالة البكتريا *Rhizobium leguminosarum* bv. R21 الأفضل في المكافحة ولذلك أستخدمت في التجربة التالية:
3. عوملت بذور الصنف Northern Bean cv. US1140 تحمل أعراض الإصابة من خلال وجود مستويات من التلون الأصفر ، جمعت من حقول تجارية، بالبكتريا المنتخبة بعد أن تم توزيع البذور على خمسة مجاميع إعتمادا على درجات تلون أغلفتها باللون الأصفر.

4. **أثبتت العزلة البكترية المنتخبة في الفقرة 2 فعالية عالية في إختزال الإصابة وشدتها مما يؤكد فعالية تلك العزلة المنتخبة كعامل مكافحة.**

أستعرضت بحوث عديدة أمثله عن دور المكافحة الأحيائية في تقليل أضرار عدد من الممرضات ومنها الفطر البازيدي الممرض *Fomes annosus* الذي يعتبره المختصين بأمراض أشجار الغابات بأنه أحد ممرضات جذور أشجار الصنوبر بنوعيه Loblolly and Slash Pne ، وإن أبواغه البازيدية غالبا ما تنبت على بقايا الأشجار الساقطة أو المقطوعة (Stumps) ، حيث تنمو أنابيب الإنبات ومن ثم الخيوط الفطرية فالغزل الفطري نحو الأسفل وبإتجاه الجذور . إن وصول الغزل الفطري (Mycelium) لجذور الشجرة المقطوعة أو الساقطة لن يكون المحطة الأخيرة وإنما هناك فرصة جيدة لإنتقال الغزل الفطري لجذور الأشجار المجاورة بطريقة Root grafting وهي طريقة معروفة تساهم في إنتشار ممرضات تعفن جذور أشجار الغابات عادة ما تعالج بطريقة حفر خنادق حول الشجرة المصابة لمنع تلامس جذورها مع جذور الأشجار السليمة . ولغرض توضيف ظاهرة التضاد بين الفطريات ، فقد أقترح McGrath, تلويت بقايا الأشجار المقطوعة بأبواغ الفطر *Peniophora gigantean* ، بسبب إشتهار الفطر المذكور بكونه أفضل عوامل المكافحة الأحيائية لتعفن جذور أشجار الصنوبر بحيث أصبح يباع تجاريا على شكل مستحضر . وعلى الرغم من إن الفطر *Peniophora gigantean* لايمنع الفطر الممرض بشكل كامل ، إلا أن كفاءته في إختزال الضرر تفوقت على فعل المبيدات الفطرية عالية الكلفة مع المخاطر المرافقة لها (McGrath, 1972).

وضفت عزلات غير ممرضة لعدد من الفطريات الممرضة في خفض مستويات الإصابة على عوائل نباتية مختلفة ، فقد أمكن حماية نباتات الفاصولياء *Phaseolus vulgaris* عند مواقع الإصابة أو حماية جهازية بواسطة أحد أنواع الجنس Colletotrichum الغير مرضية للفاصولياء ضد الفطر المسبب لمرض الأنثراكنوز *Colletotrichum lindemuthianum* **وقد عزيت الحماية التي توفرت لنباتات الفاصولياء لآلية إستحثات أو إستحداث المقاومة (Induced Resistance)، على الرغم من أن الحدود بين إستحثاث المقاومة والنشاط المضاد غير واضحة المعالم في حالات عديدة...**

شكلت البكتريا *Agrobacterium tumefaciens* المسببه لمرض التدرن التاجي (Crown Gall) في مدى واسع من العوائل النباتية أكبر أنواع التحديات التي واجهتها مشاتل أشجار الغابات والنباتات الخشبية كالكروم وأشجار المكسرات (Nut Bearing Trees) في كل مناطق العالم (Moore & Warren, 1979) ، فقد سجل بأن وبائية التدرن التاجي شملت 80-100% من أصول الأشجار التي تتعامل معها المشاتل المتواجدة في شمال غرب المحيط الباسيفيكي مما أدى تطبيق قوانين الحجر الزراعي **بمنع تنقل الأشجار والشتلات التي تبدو عليها أعراض المرض عبر الولايات الأمريكية ، لذا فعلى كل ولاية تدمير كامل لكل الشتلات والأشجار المصابة . تم تطوير تقنية جديدة لمكافحة البكتريا المسببة من قبل Kerr وفريقه العلمي (Kerr, 1972; New & Kerr, 1972) تعتمد على توضيف عزلة من نوع آخر من نفس الجنس البكتيري أطلق عليها (Strain 84) *Agrobacterium radiobacter* وأشتهرت بالسلالة 84 .جرى اختبار كفاءة السلالة 84 من خلال تغليف بذور الخوخ (Peach) بخلاياها ومن ثم زراعتها في تربة ملوثة بالبكتريا الممرضة . وجد بعد ثلاثة أشهر بأن 31% من البادرات الناتجة من البذور**

المعاملة بخلايا السلالة 84 قد أصيبت بالتدرن بالمقارنة مع إصابة 79% من البادرات الناتجة من بذور غير معاملة ، مما شجع التوسع في إستخدام تلك السلالة على عوائل نباتية عديدة تنتمي للأجناس النباتية التالية:

Prunus و Rubusو Malus و Salix و Vitis و Lepocedrus و Chrysanthemum و Crataegus و Carya و Rosa و Pyrus و Humulus (Moore & Warren 1979) . أعتمد عمل السلالة 84 على منع قيام البكتريا الممرضة بنقل البلازميد Ti الخاص بها إلى جروح العائل من خلال كفاءة المركب يعرف بـ Agrocin 84 . ومن الجدير بالذكر بأن السلالة 84 قد تفشل أحيانا في منع تطور اعراض التدرن بسبب عدم حساسية البكتريا الممرضة للمركب Agrocin 84 ، حيث تقوم البكتريا الممرضة بإفراز مركب bacteriocin ضد السلالة 84 أو من خلال إنتاج مادة مثبطة لعمل Agrocin 84 (Moore & Warren, 1979) . لقد أصبح توضيف عوامل المكافحة الأحيائية لتقليل مخاطر كثير من الممرضات المقيمة في التربة محط إهتمام نسبة كبيرة من العاملين بأمراض الجذور والذبول ، لذلك بدأ التحري والتفتيش عن تلك العوامل بغض النظر عن عائديتها ... **فقد وجد في أحد الدراسات بأن تلويث تربة حقل الخس بالفطر *Sporidesmium sclerotivorum* اسفر عن إختزال ضرر مرض سقوط الخس (Lettuce Drop Disease) المتسبب عن الفطر *Sclerotinia minor* ، فقد وفر إضافته للتربة مرة واحدة حماية نباتات الخس لزراعتين متعاقبتين في نفس الحقل وكانت مستويات المكافحة أفضل من أداء المبيدات الفطرية (Walton, 1980)، كما أستخدم الفطر المذكور كعامل مكافحة ضد الفطر المسبب لتعفن الساق السيكليروتيني المعروف بالعفن الأبيض (Sclerotinia sclerotiorum) على فول الصويا في أحد المحطات التجريبية لجامعة أيوا الأمريكية عام 1999 (Mendoza,1999)**

تمتلك بعض الكائنات الدقيقة مثل *Polyangium* spp و *Paecilomyces variotii* و *Streptomyces albospinus* و *Fusicoccum* spp. كفاءة مبيدات فطرية ضد عدد من ممرضات النبات ، كما إن هناك العديد من البكتريا تنتج مركبات أيض ثانوية مثل Phenazines و Phloroglucinols لها القدرة على تحجيم مسببات أمراض الجذور ، وإن هذه الصفة يمكن أن تنقل إلى النباتات الإقتصادية عبر تقنية DNA Recombination لأنتاج النباتات المحورة (Transgenric Plants). وكما نصت نظرية الفايتوأليكسين (Phytoalexin Theory) التي تم إبتكارها من قبل Muller & Borger عام 1939 كأحد آليات مقاومة المسببات الممرضة ، على أن مركبات كيميائية أطلق عليها Phytoalexins لها القدرة على منع تطور الممرض ، تتكون وينشط عملها بعد حدوث تماس بين المتطفل والعائل (بداية إختراق أنسجة العائل) (Cruickshank & Perrin, 1964) ، فقد سجل تواجد عدد من المركبات الفينولية في أنسجة نباتية لوثت بأبواغ بعض الممرضات، فقد تم تشخيص خمسة مركبات فينولية ومركب واحد من غير الفينولات قد تكون كلها محسوبة ضمن مجموعة الـ Phytoalexins (Cruickshank & Perrin, 1964) وهي كما يلي:

1. Ipomeamarone عزل من جذور بطاطا حلوة أصيبت بالفطر *Ceratocystis fimbriata* وقد تم تشخيصه على أنه: furanoterpenoid .

2. Orchinol عزل من درنات Orchis أصيبت بالفطر *Rhizoctonia repens* وشخص على أنه: 2,4-dimethoxy-7-hydroxy-9, 10-dihydrophenanthrene
3. 3-methyl-6-methoxy-8-hydroxy-3,4-dihydroxyisocoumarin عزل من أنسجة جذور الجزر لوثت بالفطر *Ceratocystis fimbriata* .
4. Pisatin عزل من قرنات بزاليا (Pea Pods) لوثت بالفطر *Monilinia fructicola* وشخص على أنه 3-hydroxy-7-methoxy-4',5'-methylenedioxychromano coumarin
5. Phaseollin عزل من French bean pods أصيبت بالفطر *Monilinia fructicola* وشخص على انه : 7-hydroxy-3',4'-dimethyl-chromenochromanocoumarin
6. Trifolirhizin عزل من جذور البرسيم الاحمر بدون ان يلوث ولم يزرع تحت ظروف خالية من التلوث ... شخص على انه glucoside of an isoflavonoid

تم رصد ما عرف بـ Fungistasis (قدرة كائن أو مركب على منع كامل لنمو فطر بدون قتله سواء في الطبيعة أو في الوسط الغذائي) في بيئة الجذور (Rhizosphere) ، إذ لوحظ إن بعض الإفرازات الصادرة من جذور بعض النباتات تملك تأثيرا ساماً لنمو فطريات معينة. كما لوحظ وجود عدد من المركبات الأيضية السـامة (Toxic Metabolites) ذات تأثير سلبي على أبواغ الفطريات من خلال زيادة حاجتها للكربون والنيتروجين لغرض إنباتها. تم تأكيد هذه الفرضية من خلال تجهيز كميات إضافية من العناصر الغذائية أو بواسطة إفرازات الجذور الحاوية على الكربون والنيتروجين وخاصةالسكريات والحوامض الأمينية. يمثل هذا التأثير المضاد للفطريات من قبل إفرازات الجذور أحد وسائل الوقاية من الإصابة.

أشارت نتائج دراسة الباحثَّين Menzies & Gilbert, 1967، إلى أن تفسخ المخلفات النباتية غالبا ما يسفر عنه مركبات طيارة (Volatile Compounds) لها القدرة على تحفيز إنبات الأبواغ والنمو الفطري في التربة ، كما سجل King & Coley-Smith , 1968 بأن المركبات الطيارة الناتجة من بادرات البصل والكراث (Onion& Leek) تسبب إنبات الأجسام الحجرية للفطر *Sclerotium cepivorum* . لم يقتصر وجود المركبات الطيارة حول جذور النبات فقط، بل قد يبدا فعلها منذ إنبات البذور ، فقد وجد بأن تراكيز المركبات التي تحررت خلال عملية إنبات بعض البذور أكبر من تلك الموجودة في الهواء ، و لها تأثيرات ملحوضة على عدة أحياء مجهرية (Schenck & Stotzky, 1975) ، مما شجع نفس الباحثين للتحري عن تلك المركبات، حيث قيمت قابلية المركبات الطيارة الناتجة من إنبات بذور كل من الصنوبر والفاصولياء واللهانة والذرة الصفراء والخيار والبزاليا في دعم أو تشجيع نمو عدد من البكتريا والفطريات داخل وسط غذائي خالي من أي مصدر للكاربون. حسبت أعداد البكتريا بواسطة جهاز تقييس العكرة (Turbid metrically) ، بينما حسبت الأوزان الجافة لكتل الفطريات (جدول 8)

جدول 8: فعالية المركبات الطيارة الناتجة من إنبات بذور عدد من العوائل النباتية على نمو عدد من البكتريا والفطريات في وسط غذائي خالي من أي مصدر للكاربون [1] .

عوائل البذور النابتة	الكائنات الدقيقة المدروسة	التأثيرات الحاصلة
Slash Pine **Loblolly pine** **Bean** (var. Kinghorn Wax) **Cabbage** **Corn Cucumber**(var. Marketer) **Pea** (var. Pluperfect)	***Pseudomonas fluorescens***	**زيادة أعداد البكتريا[2] وزيادة أوزان الفطريات[3]**
	Bacillus cereus	
	Erwinia carotovora	
	Agrobacterium tumefaciens	
	Agrobacterium radiobacter	
	Rhizobium japonicum	
	Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans	
	Mucor mucedo	
	Trichoderma viride	
	Penicillium vermiculatum	
	Sarcina lutea(Micrococcus luteus)	**لم تحصل أية زيادة في نمو البكتريا أو الفطريات**
	Serratia marcescens	
	Chaetomium globosum	
	Schizophyllum commune	

1. Schenck & Stotzky, 1975
2. أستعمل جهاز فحص العكرة في حساب أعداد الخلايا البكتيرية
3. حسبت الأوزان الجافة للمستعمرات الفطرية النامية على وسط غذائي ملحي خالي من أي مصدر للكاربون .

لوحظ بأن هناك زيادة كبيرة في وتائر إنبات أبواغ الفطر *Trichoderma viride* بوجود تلك المركبات الطيارة ،وإن المركبات الطيارة لم تنشط نمو البكتريا أو الفطريات بغياب النيتروجين ، وإن التأثير التنشيطي عادة ما يحدث خلال الأيام الثلاثة أو الأربعة من زراعة البذور ، وإن البذور المقتولة أو البذور الجافة ليس لها أي تأثير.

وجد في هذه الدراسة أيضا بإن إمرار المركبات الطيارة خلال KMnO4 أو Hyrazone أدى إلى إختزال نمو البكتريا كدليل على إن المركبات العضوية التي لها القدرة على التأكسد وبشكل رئيسي {Oxidizable Organic Compounds(aldehydes)} تمثل المكونات الفعالة في المركبات الطيارة Aldehydes .

ومن الجدير بالذكر بأن المركبات الطيارة لم تمتص من قبل التربة المعقمة أو المعادن الطينية (Clay Minerals) أو الماء **ولكنها أمتصت بواسطة الترب الغير معقمة** والفحم المنشط (Acvtivated Charcoal) .

وعلى الرغم من قصر الفترة الزمنية التي تتحرر خلالها المركبات الطيارة، إلا إن الفترة قد تزداد أو تنخفض تبعا لسرعة الإنبات، فقد لوحظ بأن البذور السريعة في الإنبات يحدث فيها إرتفاع وإنخفاض حاد خلال فترة قصيرة، بينما يمتد إنتاج المركبات الطيارة فترة أطول عند بذور بطيئة الإنبات.

نستنتج من ذلك بأن تواجد كميات من المركبات الطيارة في مهاد بعض البذور(Seed beds) قد يكون له فعل تحفيزي يساهم في تطور المجتمعات السكانية للإحياء المجهرية في أماكن تواجدها أو إنتاجها سواء خلال مرحلة إنبات البذور أو من إفرازات جذور البادرات الناتجة منها

أستعرض كل من Allen & Newhook عام 1974 دور Ethanol في تحجيم الإنجذاب الكيميائي (Chemotactic Response) للأبواغ السابحة للممرض البيضي *Phytophthora cinnamomi* ، وقد وجد الإيثانول بعد ذلك في منطقة الرويشات الجذرية (Root Radicles) للنبات *Lupinus angustifolius* (Young *et al.*, 1977)وقد تراوحت تراكيز الإيثانول 1-5 mM وهي تكفي ليكون مؤثرا في عملية الإنجذاب الكيميائي للأبواغ السابحة.

الفعل الأليلوباثي للمخلفات النباتية على المسببات الممرضة

تولدت فكرة إشتراك المركبات الكيميائية التي قد تتواجد أو تتحرر من مخلفات بعض النباتات في إحداث ضرر على جذور النباتات عام 1963 عندما تكرر ملاحظة بقع غائرة (Sunken spots) في جذور الخس والسبانغ عزيت إلى حدوث تماس بين الجذور وبعض المخلفات النباتية وليس إلى ممرض معين لأن جميع الفطريات التي عزلت من تلك البقع كانت فطريات رمية لم يعرف لها سابقا بقدرتها على إحداث عرض مرضي مماثل في جذور الخس والسبانغ مما جعل الفريق البحثي يستنتج من من أن بعض السموم التي تتواجد في المخلفات قد تؤثر على خلايا التماس مع جذور العائل مما جعل المنطقة المتأثرة مكانا مفضلا للكائنات الدقيقة المترممة (Patrick & Koch, 1963) . وعلى الرغم من أن التأثير التثبيطي للأليلوباثي الكيميائي(Allelochemical Inhibition Effect) ضد النبات أو الأحياء المجهرية قد يكون مباشر أو غير مباشر ، فإن معظم المركبات السامة التي تتحرر لبيئة التربة ، عبارة عن مركبات طبيعية ليس لها متبقيات ضارة للبيئة، ولكن لبعظها تاثيرات سامة على الادغال او على احياء مجهرية ومن ضمنها المسببات المرضية فضلا عن تأثيراتها السلبية على بعض المحاصيل ، **وبذلك فإن تلك المركبات تؤثر على التنوع النباتي و او التنوع الميكروبي في اماكن طرحها أو تواجدها في التربة ، فقد عزا البعض الفعل التثبيطي لمخلفات نباتات الجنس النباتي Brassica (كاللهانة والقرنابيط) ضد الفطريات المقيمة في التربة أو حتى النيماتودا إلى وجود مركبات glucosinolates التي تتحلل بواسطة الأنزيمات إلى isothiocyanates** (Kirkegaard et al., 1996 ; Vaughn, 1999)

أستخدمت كفاءة أصناف البصل ذو الأوراق الحرشفية الحمراء (بصل أحمر) كدليل على دور المركبات الفينولية والتي تمثل أحد المجاميع الأليلوباثية في حماية النبات من الفطر المسبب لمرض صبخنة الأبصال (Onion Smudge Disease) *Colletotrichum circinan* ، من خلال إحتواء الأوراق الحرشفية لأصناف البصل الأحمر على كميات كبيرة من Catechol و Protocatechuic acid ، حيث أختزل ما يقارب من 98% من إنبات أبواغ الفطر المذكور ، بينما لم تتأثر نسب إنبات أبواغ نفس الفطر بما تحويه

أوراق الأصناف البيضاء (Link & Wlker, 1933). لقد سببت عصارة أوراق حرشفية لأصناف بصل صفراء اللون مستويات مختلفة من التثبيط لكل من الفطرين *Colletotrichum circinan* والفطر *Botrytis cinerea* كدليل على كفاءة المركبات الفينولية في حماية النباتات من بعض المسببات الممرضة كما في الجدول 9 (Clark & Lorber, 1975) .

جدول9. كفاءة المركب الفينولي Catechol الموجود في أوراق البصل الأصفر في تثبيط نمو الغزل الفطري والمستعمرات الفطرية لكل من الفطرين *Colletotrichum circinan* و *Botrytis cinerea* . [1]

تراكيز المركب كاتيكول في الوسط µg/ml	أعداد المستعمرات التي تكشفت على الوسط الغذائي بعد 4 يوم [2]		أقطار المستعمرات الفطرية بعد 4 يوم [2]	
	Colletotrichum circinan	*Botrytis cinerea*	*Colletotrichum circinan*	*Botrytis cinerea*
0.0	[3]61.8	39.2	13.5	46.0
50	55.8	41.2	11.6	37.0
100	58.0	38.4	6.2	30.3
200	48.2	38.0	2.2	20.5
250	**9.4**	33.4	**0.7**	18.8
300	**0.0**	38.8	**0.0**	17.3
350		27.2		12.7
400		12.2		12.1
450		**1.4**		11.1
500		**0.0**		**8.6**

1. Clark & Lorber, 1975
2. أستخدم الوسط الغذائي المكون من 20 غرام آكر و سكر Dextrose 10 غم و Peptone 5 غم و KH2PO4 1 غم و MgSO4. 7H2 0.5 غم و ماء مقطر 1 لتر..
3. كل رقم يمثل معدل خمسة مكررات .

كما عزى البعض الفعل التثبيطي لمخلفات بعض أنواع الجنس Brassica وزيت الخردل (Mustard oil) ضد عدد من الفطريات المقيمة في التربة أو حتى النيماتودا إلى وجود مركبات glucosinolates التي تتحلل بواسطة الأنزيمات إلى isothiocyanates (Kirkegaard et al., 1996; Vaughn, 1999)

عند الحديث عن الأعراض المرضية الناتجة بسبب عوامل غير حية عادة ما ندرج الممارسات الغير مناسبة من قبل المزارعين كالتقليم الجائر أو عدم التخلص من الثمار المصابة أو الإفراط في الري أو الإفراط في التسميد النيتروجيني وغيرها من الممارسات التي غالبا ما تسبب أضرارا كبيرة . يمارس المزارعين الصينيين في شمال الصين على سبيل المثال دورة زراعية مكونة من الذرة الصفراء والحنطة كل عام وبسبب طبيعة كل محصول ، فإن حقولهم غالبا ما تحوي على كميات كبيرة من نباتات الذرة الصفراء . ولغرض التحري عن دور المركبات الأليلوباثية الناتجة من تحلل مخلفات الذرة الصفراء على بعض الفطريات الممرضة للحنطة بسبب إزدياد تكشف الأعراض المرضية على نباتات الحنطة في تلك الحقول

دون غيرها ، فقد وضف ما أطلق عليه بمزرعة الطبق (Culture Dish) فضلا عن تجارب داخل أصص (Young *et al.*,2015). أستخدمت منضومة Gas Chromatography –mass Spectrometry (GC-MS) في تحليل وتشخيص المركبات الكيميائية الناتجة من تحلل مخلفات الذرة الصفراء . **أظهرت تجارب مزارع الصحون بأن نمو المايسيليوم (الغزل الفطري) وتكون الأجسام الحجرية و الوزن الكلي لكتلة الفطر البازيدي الممرض *Rhizoctonia cerealis* قد تشجعت عندما أستخدمت الكميات 0.03 و 0.06 و 0.12 غرام لكل مل من الوسط الغذائي ، بينما منع الفطر من النمو عند إستخدام التركيز 0.48 g/ml. يمكن القول بأن جميع التراكيز المستخدمة من مخلفات الذرة ماعدا أعلى تركيز كانت مشجعة لنمو الغزل الفطري للفطر *Gaeumannomyces graminis* المسبب لأخطر أمراض الحنطة في أمريكا وأوربا وأستراليا والمعروف بـ Take all أو تعفن قواعد نباتات الحنطة** وعلى العكس ذلك فقد كانت التراكيز المستعملة من مخلفات الذرة الصفراء مانعة لنمو الغزل الفطري وإنبات أبواغ الفطر *Bipolaris sorokiniana* المعروف سابقا بـ Helminthosporium ، ولوحظ بأن مستويات المنع والتثبيط تناسبت طرديا مع زيادة تراكيز المخلفات. وبعيدا عن تأثير تلك المخلفات على الممرضات الثلاثة فإن لمخلفات الذرة الصفراء تأثيرات متباينة على نباتات الحنطة وعلى النحو التالي:

1. تحسن أطوال وأعداد والأوزان الجافة لجذور نباتات الحنطة مع زيادة في نشاط Root Superoxide dismutase عند إستخدام التركيز الأقل (0.03 g/ml)
2. زيادة Ion Leakage لجذور نباتات الحنطة
3. إنخفاض فعالية أنزيم Peroxidase ...

أسفرت نتائج الأصص بأن شدة الإصابة أو شدة المرض للتبقع العيني الحاد (Sharp eyespot) في نباتات الحنطة قد أختزلت عند التركيزين 0.03 و 0.06 غرام مخلفات/مل بعد أن رويت الأصص بها ، وعلى العكس من ذلك فقد سببت التراكيز العالية 0.12 و 0.24 و 0.48 غرام / مل زيادة معامل المرض (Disease Index) وقد حصل نفس الشيء مع مرض تعفن قواعد النباتات المتسبب عن الفطر *Gaeumannomyces graminis* خاصة بعد أن رويت الأصص بمحاليل مائية لتلك المخلفات.

أشارت نتائج التحليل والتشخيص للمركبات الكيميائية المرافقة لمخلفات الذرة الصفراء إلى أن تلك المخلفات تحوي المركبات التالية:

Organic acids 25.26% ; Esters24.01% ; Hydrocarbons 17.22%; Amides14.39%; Aldehydes 7.73%.

كما وجد بأن المركبات الأليلوباثية الموجودة في مخلفات الذرة الصفراء والتي يتراوح نسبتها مايقرب من 30% ، تتوزع نسبها على الشكل التالي :

1. P-hydroxybenzoic acid 9.21%
2. Dibutyl phthalate 6.94%
3. 3-phenyl-2-acrylic 5.06%
4. 4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzoic acid 2.26%
5. Hexanoic acid 1.73%
6. 8-octadecenoic acid 1.06%
7. 3-(4-hydroxy-3-methoxy-pheny) -2-propenoic acid 1.04%
8. 4-hydroxy-3-methoxy-benzoic acid 0.94%

9. Salicylic acid 0.94%

إن إستعراض نتائج هذه الدراسة يؤشر حقيقة مهمة وهي عدم توصية عامة يمكن تعميمها على المزارعين حول أهمية ترك المخلفات النباتية في تربة الحقل كأحد إجراءات حماية المحصول في الموسم التالي، حيث يبدو من النتائج أعلاه تباين مخلفات كل محصول في نوعية المركبات التي تطرح للتربة ولذلك لابد من التعرف على القدرة التثبيطية أو التنشيطية لمكونات المخلفات النباتية لممرضات متواجدة في التربة وخاصة الممرضات التي تشكل خطرا على نباتات الموسم التالي (Young *et al.*,2015) . **إن التجربة الحالية أعطت دليلا واضحا أن العوامل التالية لابد وأن تدخل في الحسبان عن العمل على توضيف ظاهرة الليلوباثي:**

1. نوع المخلفات (العائل النباتي)
2. كمية المخلفات المطروحة في وحدة المساحة
3. العائل النباتي المزروع حديثا (المراد حمايته)
4. الممرضات المتواجدة في التربة التي قد تحدث أعرا ض مرضية على العائل المزروع.

ومع ذلك فإن بعض المركبات الأليلوباثية المتحررة من أنسجة بعض النباتات أو مخلفاتها المتروكة في التربة قد تثبط فطريات مختلفة مثل الممرضات التالية *Pythium* spp. و *Fusarium* spp. و *Thielaviopsis basicola* في آن واحد (Patrick, 1986) وهو ماكان ليحدث في حينها إلا من خلال نوعين من المبيدات أحدهما للممرض البيضي فقط .

وفرت أوراق اليوكاليبتوس *Eucalyptus rostrata* حماية كاملة لنباتات البصل لفترة 12 إسبوع عندما زرعت البادرات في تربة ملوثة بالفطر المسبب لمرض الصبخن (Smudge) *Sclerotium cepivorum* وكان مستوى الإضافة 1 مخلفات إلى 2 تربة (وزن: وزن) (Salama et al., 1988)

تدعيم التربة بمخلفات نباتية لتحجيم الممرضات المقيمة في التربة

برز إسلوب تدعيم التربة بمواد عضوية من خلال الكومبوست (Compost) أو من خلال المخلفات النباتية واحيانا يستخدم البتموس كممارسات موسمية ثابته كما يحصل في ترب بساتين الحمضيات خلال اشهر سيبتمبر أو أوكتوبر أو كجزء من المكافحة الأحيائية لبعض الممرضات المقيمة في التربة المخصصة لزراعة الخضر . **وكما ذكرنا سابقا من أن ظاهرة الأليلوباثي لها اوجه متعددة يتحكم فيها عوامل تخص العائل النباتي وطبيعة المركبات الموجوده فيه فضلا عن الممرض المستهدف**، فقد تعمل المخلفات النباتية دور المحجم لنمو الفطر الممرض (Suppressive Role) أو محفز أو مشجع (Conducive Role).
نشر Bonanomi وفريقه عام 2007 مراجعة مسحية شاملة لنتائج 250 بحث منشور لمواضيع تتعلق فقط بتدعيم التربة بمواد عضوية بهدف منع أو إختزال أضرار الممرضات فتوصلو إلى النتائج المثيرة التالية:

1. بلغت مجموع التجارب الخاصة بتدعيم التربة بالمواد العضوية في تلك البحوث 2423 تجربة .
2. بلغت نسبة الدراسات **التي أحدثت تحجيم في الممرضات او الأمراض 45%** ، **بينما كانت هناك 35% من الدراسات غير مؤثرة ولم تختلف إحصائيا عن معاملات المقارنة ضمن كل تجربة.**

3. **بلغت نسبة الدراسات التي إزدادت فيها شدة الإصابة أو المرض بسبب الإضافة 20% .**
4. **وجد بأن الكومبوست كان الأفضل في إحداث التحجيم** ، حيث بلغت نسبة الدراسات التي حققت التثبيط 50% من الدراسات الي أستخدمت الكومبوست.
5. **تفاوتت نتائج إستخدام المخلفات النباتية في التاثير ، فقد كانت نتائج 45% من الدراسات محجمة ، بينما كانت هناك 28% من الدراسات ذات نتائج محفزة لتطورالمرض أو الممرض.**
6. وجد بأن إضافة البتموس للتربة لم يحقق تحجيم للممرض أو المرض إلا بنسبة 4% من تلك الدراسات.
7. أعتمدت نتائج التحجيم أو التحفيز للمركبات العضوية المضافة للتربة **على الممرض المستهدف**، فقد بلغت نسب تثبيط الفطريات *Verticillium dahlia* و *Thielaviopsis basicola* و *Fusarium* spp. و الجنس البيضي *Phytophthora* spp. أكثر من 50% ، بينما بلغت نسبة المكافحة الفعالة للفطر *Rhizoctonia solani* 26% فقط..

لذلك فإن تدعيم التربة بالمواد العضوية يعتبر سلاح ذو حدين عندما يتعلق الأمر بمكافحة الممرضات المقيمة في التربة ، مما يستدعي إجراء المزيد من الدراسات عن آليات تحجيم المجتمعات السكانية للممرضات المقيمة في التربة .

لقد إستعرضت دراسات عديدة قدرة المواد العضوية المضافة للتربة عبر المخلفات للسيطرة على أمراض تسببها ممرضات مقيمة في التربة مثل:

1. ***Fusarium*** spp. ; ***Phytophthora*** spp. (Szczech,; 1999)

2. ***Pythium*** spp.(McKellar & Nelson, 2003; Veeken *et al*., 2005)

3. ***Rhizoctonis solani(***Papavizas & Davey, 1960; Diab *et al*., 2003)

4. ***Sclerotinia*** spp. (Lumsden *et al*., 1983; Boulter *et al*., 2002)

5. ***Thielaviopsis basicola*** **(**Papavizas, 1968)

6. ***Verticillium dahlia*** **(**Lazarovits *et al*., 1999)

تمت تسمية الآليات الأربعة التالية لتحقيق التثبيط أو التحجيم وكما يلي:

1. تشجيع نشاط الأحياء المجهرية المضادة للممرضات (Hoitink and Boehm, 1999)

2. زيادة التنافس مع الممرضات والذي قد يقود إلى التضاد أو ما يطلق عليه بـ Fungistasis (Lockwood, 1990)

3. تحرر مركبات ذات فعل سمي للفطريات خلال عملية تحلل المخلفات النباتية ;Smolin´ska, 2000 (Tenuta & Lazarovits, 2002)

4. إستحداث المقاومة الجهازية في العائل النباتي (Smolin´ska, 2000; Tenuta & Lazarovits, 2002)

ندرج أدناه عدد من الدراسات التي أجريت للوصول لتلك المقترحات :

1. Suppression of *Rhizoctonia solani* in Potting Mixtures Amended with Compost Made from Organic Household Waste.

Tuitert, G; Szczech, M.; Bollen G.,J.1998. Phytopathology, Aug;88(8):764-73. doi: 10.1094/PHYTO.1998.88.8.764.PMID: 18944881

2. Suppression of Seedling Damping-Off Caused by *Pythium ultimum*, *P. irregulare*, and *Rhizoctonia solani* in Container Media Amended with a Diverse Range of Pacific Northwest Compost Sources.

Scheuerell, S.J;Sullivan, D.M; Mahaffee, W.F.2005. Phytopathology, Mar;95(3):306-15. doi: 10.1094/PHYTO-95-0306.PMID: 18943125

3. Suppression of Phytophthora cinnamomi in Potting Mixes Amended with Uncomposted and Composted Animal Manures.

Aryantha IP, Cross R, Guest DI.2000. Phytopathology, Jul;90(7):775-82. doi: 10.1094/PHYTO.2000.90.7.775.PMID: 18944498

4. Effect of potting mix microbial carrying capacity on biological control of rhizoctonia damping-off of radish and rhizoctonia crown and root rot of poinsettia.

Krause MS, Madden LV, Hoitink HA.2001.Phytopathology, Nov;91(11):1116-23. doi: 10.1094/PHYTO.2001.91.11.1116.PMID: 18943449

6.Biocontrol of Damping-off of *Catharanthus roseus* Caused by *Pythium ultimum* with *Trichoderma virens* and Binucleate Rhizoctonia Fungi.

Burns, J.R, Benson, D.M.2000. Plant Dis. Jun;84(6):644-648. doi: 10.1094/PDIS.2000.84.6.644.

إن إستعراض الآليات الأربعة المقترحة التي قادت إلى تحجيم أو تثبيط الممرضات من قبل القائمين على تلك الدراسات يؤكد ماذكرناه سابقا من أن تفسير نتائج الدراسات التي تتعلق بموضوع الأليلوباثي عادة ما **تعتمد صياغتها على الخلفية العلمية للقائمين بالدراسة** ، كما يحصل هنا فلقد وضع التأثير الأليلوباثي بدون ذكره كأحد الآليات المقترحة مما يشير **إلى إصطفاف كامل مع تخصص أمراض النبات**. ومع ذلك وعلى

الرغم من أهمية موضوع تدعيم التربة بالمواد العضوية ، إلا إن هناك بعض النتائج لابد من الإهتمام بها ، فعلى سبيل المثال فإن بعض البحوث أو الدراسات اشارت إلى إن فعالية المواد المضافة للتربة عامل متغير ، **ففي بعض الحالات يكون مشجعا لشدة المرض** وذلك بسبب زيادة المجتمع السكاني للممرضات الفطرية والبيضية أو نتيجة لتوفرمواد غذائية للفطريات الرمية Bonanomi *et al*., 2006a أو كما ذكر في الآلية الثالثة **تحرر مركبات سامة** (Patrick, 1971; Bonanomi *et al*., 2006b) ، **قد تسبب ضررا على جذور العوائل النباتية مما يجعلها أكثر إستعدادا لإستضافة الممرضات** (Patrick &Toussoun, 1965; Ye *et al*., 2004).

جدول: كفاءة تدعيم التربة بالمواد العضوية بهدف السيطرة على عدد من الممرضات المقيمة في التربة [1]

Thielaviopsis[4]		Verticillium[3]		Fusarium		Rhizoctonia[2]		Phytophthora		Pythium		مصادر المادة العضوية
C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C[6]	S[5]	
.	.	18	61	3	74	20	32	9	58	7	763	**Compost**
.	.	0	81	8	46	23	41	17	38	.	.	**Waste**
21	68	3	74	19	56	43	41	9	50	48	29	**Residues**
.	.	.	.	58	0	60	4	38	12	78	11	**Petmos**

1. الجدول مستل من Bonanomi *et al*., 2007 لدراسة مسحية عن الدراسات المنشورة عن تدعيم التربة بالمواد العضوية لغرض تحجيم بعض الممرضات (2423 تجربة في 250 بحث) .
2. *Rhizoctonia solani*
3. *Verticillium dahlia*
4. *Thielaviopsis basicola*
5. S = تثبيط الممرض المذكور (Suppression)أو الإصابة
6. C = تنشيط أو تشجيع ا الإصابة (Conducive)
7. كل رقم يمثل النسبة المئوية لحصول التثبيط أو التشجيع لذلك الممرض من خلال إضافة المادة العضوية.

ومن الممارسات الزراعية التي أعتاد عليها مجموعة من مزارعي الرز تدعيم حقول الرز الذي يزرع بطريقة الشتال (Paddy Method) بقشور حبوب الرز لأنهم لمسو دورها في تحجيم كثافة ونمو الأدغال المصاحبة للرز وكذلك إنخفاض مستويات الإصابة بأمراض تعفن البادرات أو ذبول النباتات بالمقارنة مع الحقول التي لم تستخدم قشور الرز . ولغرض تأطير الملاحظة بتفسير علمي لما يحدث، فقد درست العلاقة بين قشور الرز وتردد تعفن بادرات الرز المتسبب عن الفطرين *Fusarium oxysporum* و *Rhizoctonia solani* لاسيما وإن مركب Tricin عادة ما يتحرر من تلك القشور ، وقد أستخدم في الدراسة مركب تم تصنيعه من Tricin أطلق عليه 5,7,4'-trihydroxy Synthesized aurone isomer (3',5'-dimethoxyaurone)، أستعمل وحده أو مع المركب الطبيعي Tricin(أي قشور الرز) . كشفت نتائج الدراسة بأن وجود المركب الطبيعي والمصنع سوية قد تفوق على معاملة قشور الرز لوحده (Kong *et al*., 2010) ، مما جعل المركب المصنع مؤهلا لتصنيع مبيد يمكن إنتاجه من الطحالب البنية *Spatoglossum variabile* أيضا (Atta *et al*., 2001). إ ن وجود المركبات الأليلوباثية داخل أنسجة بعض العوائل النباتية قد أمكن توضيفه من خلال فعاليات عديدة منها على سبيل المثال تحضير سماد عضوي أخضر من مخلفات السلجم { Rapeseed(*Brassicae napus*) mustard (*Brassica nigra*)} كدمن أخضر

(Green Manure) ، أثبت فعاليته في تحجيم نيماتودا العقد الجذرية والنيماتودا المتحوصلة (Mojtahedi *et al.*, 1991,1993) **. وكما ذكر سابقا بأن وجود أوفعالية المركبات الكيميائية ذات الفعل الأليلوباثي لايعتمد فقط على الحالة الطبيعية بل قد قد تتولد نتيجة لحدوث تغيير وراثي في العائل، فقد وجد في أحد الدراسات بأن الطفرة المستحدثة في الشعير (Ant. 18-159) وعلى خلاف أصلها ، أظهرت مقاومة عالية ضد الفطر المسبب لمرض لفحة السنابل *Fusarium culmorum* ، حيث لم تتمكن الخيوط الفطرية (Hyphae) من إختراق غلاف البذرة {Seed Coat (testa)} ، وكان هناك تجميع غير إعتيادي لمركب dihydroquercetin نتج عن تاثير المطفر المستخدم على المورث (الجين) الذي يتحكم بالأنزيم لـ dihydroflavonol reductase ،**

كما وجد في الإختبارات بأن المركب dihydroquercetin يملك قدرة تثبيطية عالية في منع نمو الفطر و منع تكون الأبواغ الكونيدية الكبيرة (Skadhauge *et al.*, 1997). تمتلك بعض النباتات تنوع كبير في مكونات التراكيب النباتية أو الأجزاء النباتية من المركبات الكيميائية فعلى سبيل المثال تحتوي الطبقة الشمعية لأوراق العائل *Arrabidaea brachypoda* وهو أحد النباتات الطبية المشهورة في البرازيل على أربعة مركبات تابعة لمجموعة flavonoids وهي:

1. (3’,4’-dihydroxy-5,6,7-trimethoxyflavone)
2. {3’,4’-dihydroxy-6,7-dimethoxyflavone (cirsiliol)}
3. {4’-hydroxy-6,7- dimethoxyflavone (cirsimaritin)}
4. {4’-hydroxy-6-methoxyflavone (hispidulin)}

وإن هذه المركبات الأربعة تملك قدرة تضادية ضد الفطر *Cladosporium sphaerospermum* (Alcerito *et al.*, 2002) . كما وجد بأن مستخلص الإيثانول من جذور العائل المذكور له قدرة تثبيطية ضد الطفيلي *Trypanosomea cruzi* المسؤول عن مرض Chagas وقد عزيت تلك القدرة التثبيطية لثلاثة مركبات جديدة اكتشفت حديثا تنتمي للمجموعة flavonoids أيضا (Da Rocha *et al.* 2014) .

وعلى الرغم من أهمية المركبات ذات الفعل الأليلوباثي في تثبيط فعل ممرضات النبات، **إلا إن أفضل دور لتلك المركبات عندما تكون متواجدة في النباتات أو تراكيبها كخط دفاعي جاهز في جميع الأوقات كما هو الحال في تواجد مركبين في أحد أنواع الحمضيات ، فقد أكتشف في البرتقال المر { Bitter Orange (*Citrus aurantium*)} وجود مركبين من المركبات الأيضية الثانوية ينتجان بالتعاقب ولهما دور في الجهاز الدفاعي، الأول Naringin من مجموعة Flavonen والآخر Tangeretin من Polymethoxyflavone يملكان نشاط مضاد ضد الفطر المسبب لعفن الثمار *Penicillium digitatum*، حيث يعملان كخطوط دفاعية أولى وثانية مما يمنع تطور الفطر (Arcas et al., 2000).**

كشفت أحد الدراسات وجود إرتباط بين مقاومة مسبب الجرب العادي في درنات البطاطا (Common Potato Scab) المتسبب عن *Streptomyces scabies* ومحتوى شرائح البطاطا من المركبات الفينولية وأكتشف بأن المركب الرئيسي المشترك هو Chlorogenic acid (Johson & Schal, 1952) ، بينما لم يتمكن باحثين آخرين من إعادة هذه النتائج ، ومع ذلك فقد وجد في شرائح درنات البطاطا للصنف Netted-Gem لوثت بالفطر *Helminthosporium carbonum* المعروف حاليا بـإسم الطور الجنسي

Cochliobolus carbonum ، كميات من المركبين Chlorogenic acids و Caffeic acids كرد فعل لإصابتها بالفطر المذكور ، وإن كلا المركبين منعا نمو الفطر نفسه وكان المركب الثاني الأكثر فعالية من الأول في منع نمو الفطر المذكور، ومن الجدير بالذكر بأن مركب Cystein الموجود في مستخلص شرائح الدرنات قد سبب تأثير تصاعدي (Synergic effect)عندما أضيف سواء للمركب Caffeic acid أو Chlorogenic acid (Farkas & Kiraly, 1962, Kuc, 1972).

وجد في دراسة أخرى على شرائح صنفين من البطاطا Russet و Netted-Gem حامض أميني (Amino acid) إضافة لـ Chlorogenic acid وكان الحامض الأميني عالي السمية للسلالة 1 من الفطر *Helminthosporium carbonum* (Clark *et al.*, 1959) . ومن الجدير بالذكر بأن كثير من المهتمين بفعل المركبات الليلوباثية المتواجدة أو التي تتكون في النبات كرد فعل ، قد أعتبرو بأن ماوجده Farkas & Kiraly 1962 أفضل الأمثلة على أهمية المركبات الفينولية في حماية النبات ، ففي البصل على سبيل المثال فإن علاقة العائل بالفطر *Colletotrichum circinans* مرتبطة بالصبغة الحمراء أو الصفراء الموجودة في الأوراق الحرشفية للأبصال ، وإن كلا الصبغتين من المجاميع flavones و anthocyanins غير مثبطة لنمو الفطر المذكور، ولكن هناك مركبين يتكونان مع الصبغتين وهما protocatechuic acid و catechol وهما من المركبات الفينولية ، لهما القدرة على الذوبان بالماء ، ومنع إنبات أبواغ الفطر المذكور فضلا عن قدرتهما على منع الخيوط الفطرية (Hyphae) من إختراق أنسجة العائل .

تواترت نتائج تسجيل زيادات في إنتاج مركبات وقائية (Protective Compounds) بعد حدوث الإصابة وهو مماثل لما ذكره Kuć وفريقه العلمي ، وسوف نناقش عدد منها،

فقد سجل بأن تركيز المركب {Scopolin ($C_{16}H_{18}O_9$)} في شرائح بطاطا قد إزداد 10-20 مرة ، بينما إزداد تركيز الحامض Chlorogenic acid 2-3 مرات عندما إصيبت بالممرض البيضي *Phytophthora infestans* مسبب مرض اللفحة المتأخرة وإن الزيادة الكبيرة في المركب الأول أدت إلى تكشف منطقة زرقاء ومضية حول المناطق المصابة (Blue Fluorescent Zones) ، كما أكدت دراسة Cruickshank & Perrin, 1964 , بأن زيادة تراكيز المواد الفينولية قد سجل حول المناطق المصابة على اوراق نباتات الرز أصيبت بالفطر المسبب لمرض الشرى (Rice Blast Disease) *Pyricularia Oryzae* الذي يعرف حاليا بـ *Magnaporthe grisea* وهو يمثل الطور الجنسي Cruickshank & , (Perrin, 1964) ، وكذلك على أوراق العائل النباتي *Paulownia tomentosa* عندما تصاب بالفطر *Gleosporium kawakami* وأوراق وشرائح التفاح عندما لوثت بالفطر المسبب لجرب التفاح *Venturia inaqualis* وأوراق التفاح أيضا عندما لوثت بأبواغ الفطر المسبب لمرض البياض الدقيقي *Podosphaera leucotricha* ، و جذور البطاطا الحلوة عندما أصيبت بالفطر *Ceratocystis fimbriata* (Kuć *et al.*, 1956) وقد شخص كذلك Minamikawa وفريقه العلمي حصول زيادة ملحوضة لمركبين من مجموعة coumarins وهما Umbelliferone و Scopoleton بعد إصابة جذور البطاطا الحلوة بالفطر *Ceratocystis fimbriata* (Minamikawa, *et al.*, 1963) .

أكتشف خلال فترة ستينيات القرن الماضي من أن الفعل التثبيطي للمركبات الفينولية لم يقتصر على ممرضات إختيارية التطفل أو الترمم (Facultative Parasites & Saprophytes) وإنما طال كذلك الفطريات المسببة للأصداء أي ضمن مجموعة الممرضات إجبارية التطفل {Obligate Parasite or Biotrophs)، فقد وجد Farkas & Kiraly من أن مقاومة الفطر المسبب لمرض صدأ الحنطة (غالبا ما يقصد به صدا الساق) ، قد تقف وراءه مجموعة من العوامل **من ضمنها المركبات الفينولية ، حيث تتجمع تلك المركبات بسرعة في نباتات الأصناف المقاومة بالمقارنة مع سرعة تجمعها في نباتات الأصناف الحساسة** ، كما صاحبت زيادة نشاط فيروسي على عدد من العوائل النباتية حصول زيادات معنوية في تراكيز المركبات التالية :

Scopoletin و Kaempferol و Quercetin و Caffeic acid و Chlorogenic acid و isochlorogenic acid (Farkas & Kiraly 1962)،

بينما أظهر المركب coumarin قدرة تثبيطية عالية ضد تكاثر جزيئات فيروس موزائيك التبغ {*Tobacco mosaic virus*(TMV)} . ومن الإستنتاجات التي طرحها الباحثين Farkas & Kiraly ما تعلق بتفسيرهما لوجود دور للمركبات الفينولية في تفاعل فرط الحساسية (Hypersensitivity) الذي يعتبر أحد أهم أشكال التفاعل الدفاعي في الأنسجة النباتية ضد مسببات أمراض عديدة كالأصداء والبياض الدقيقي والزغبي واللفحة المتأخرة وبعض الفيروسات ،**إذ يتضمن هذا التفاعل موت سريع للخلايا المجاورة لمناطق دخول الممرضات مما يحدد الممرض في منطقة ميته لايستطيع أن يطور مواقعه ، فقد ذكرا بأن تحطيم البناء الخلوي في أنسجة العائل قد يكون أحد نتائج زيادة أكسدة المركبات الفينولية.**

أقترح ربط المركبات الكيميائية بآلية المقاومة أيضا من قبل Cobb وفريقه العلمي عام 1968 ، حيث وجدو بأن المركبات التي تنتمي لمجموعة التيربينات الأحادية (Monoterpenes) التي ينتجها أحد أنواع اشجار الصنوبر *Pinus ponderosa* قد تشكل جزءا من آلية مقاومة ضد الفطرين الممرضين *Fomes annonus* و *Ceratocystis* spp. تنعكس في تجميع المركبات الفينولية عند تواجدهما (Cobb *et al.*, 1968)، كما سجلت زيادة في مستويات حامض الكلوروجينك (Chlorogenic acid) في بادرات تبغ بعمر 3-4 أسابيع للصنف المنيع Burley 49 بعد تلويثها بالفطر *Thielaviopsis basicola* المسبب لمرض التعفن الأسود في جذور التبغ بالمقارنة مع مستوى المركب في الصنف الحساس White Mamoth ، وقد أستمرت مستوياته في الإرتفاع في الأوراق والجذور خلال 5-7 أسابيع من عمر النباتات ، ومن الجدير بالذكر بأن كمية الحامض Chlorogenic acid عادة ما تكون كميته في جذور التبغ بشكل عام 20-25 مرة أكثر من كميته في الأوراق بغض النظر عن سلوك الصنف تجاه الفطر المذكور. تم تأكيد أهمية وجود مستويات من الحامض المذكور لحماية نباتات البطاطا ، حيث منح وجوده في درنات أصناف من البطاطا مقاومة ضد مسبب الجرب العادي *Streptomyces scabies* و ضد الفطر *Verticillium albo-atrum* والممرض البيضي مسبب اللفحة المتأخرة *Phytophthora infestans* ، فضلا عن دوره مع بقية المركبات الفينولية في مقاومة درنات البطاطا للبكتريا المسببة للتعفن الطري *Pectobacterium atrosepticum* و *Pectobacterium carotovorum* subsp.*brasiliensis* و *Dickeya* spp. (Johnson and Schaal 195; & Robertson & Alison, 2012 ; ، فقد وجد بأن أنسجة أصناف

البطاطا الحساسة للذبول الفيرتيسيلي عادة ما تكون كميات الحامض Chlorogenic acid أقل من كمياته في انسجة الأصناف المقاومة (Johnson & Schaal 195; Robertson & Alison, 2012) ، ومن الجدير بأن التراكيز الواطئه من الحامض Chlorogenic acid تحفز نمو كل من الممرض البيضي *Phytophthora infestans* و الفطر *Fusarium solani* var. *coeruleum*.

قدم Li وفرقه البحثية خلال ستينيات وسبعينيات القرن الماضي (Li *et al.*, 1969a, 1969b; 1970; 1972; 1973) و Li, 1974; 1977 و Trappe *et al.* 1973، أدلة كثيرة حول إنتاج أشجار لمركبات أليلوباثية لها فعل مضاد ضد الفطر المسبب لمرض تعفن الجذور *Pori weirii* ، بحيث طورت طريقة لتأكيد الفعل التثبيطي في التربة المحيطة بجذور النباتات من خلال التحري عن المركبات الفينولية ،فقد عزلت مرارا 5 مركبات فينولية من التربة المحيطة بجذور أشجار ذات قدرة عالية في منع نمو الفطر الممرض *Poria weirii* داخل المختبروأعتبر تواجد المركبات p-coumaric acid و syringic acid و ferulic acid في جذور الاشجار المقاومة { Red alder (*Alnus rubra*) } السبب الرئيسي لمنع نمو الفطر المذكور على جذور تلك الأشجار، وقد عزز هذا الإستنتاج من خلال التحري عن هذه المركبات في بيئة جذور الأشجار كدليل على مقاومتها أو حساسيتها إن تعرضت تلك الجذور إلى الفطرالمذكور . ومن الجدير بالذكر بأن تواجد أحد تلك العناصر لوحده لايوفر حماية أو قوة تثبيطية ضد الفطر المذكور ، فعلى سبيل المثال إن وجود المركب p-coumaric acid وحده في بيئة جذور أشجار Douglas-fir لم يغير من إستجابتها المرضية الحساسة تجاه الفطر الممرض ، لأن المركب المذكور لايستطيع وحده تثبيط الفطر الممرض، كما وجد بأن بعض الأشجار لها القدرة على إنتاج أنزيم معين يقوم بتحليل بعض المركبات المتواجدة في بيئة جذورها وتحويلها إلى مركبات ذات فعل تثبيطي ضد بعض الفطريات الممرضة ، كما في أشجار Red alder التي تحتوي جذورها على انزيم له القدرة على تحويل المركب P-coumaric acid من خلال تحليله ليكون Caffeic acid وكذلك تحويل المركب p-hydrophenylacetic acid إلى 3,4-dihydroxyphenylacetic acid وكلاهما يملكان قدرة تثبيطية ضد الفطر *Poria weirrii* ، بينما لاتوجد مثل هذه الأنزيمات في أشجار Douglas-fir .

درست كفاءة بعض العوائل في تحجيم النيماتودا التي تهاجم الجذور، فقد استعرضت احد الدرسات كفاءة مستخلص أوراق العائل البقولي *Glyricidia maculate* في قتل النيماتودا الثاقبة خلال 24 ساعة عندما أستعمل التركيز 20% (Jasy & Koshy, 1994) ، كما وجد بأن غسيل أوراق القنب (Sunn Hemp) أوقف حركة النيماتودا الكمثرية Reinform nematodes (Wang et al., 2001) مع إحتمال كبير في أن المركبات الكيميائية المطروحة من قبل نباتات القنب قد تحفز الفطريات التي تتطفل على النيماتودا أو تلك الفطريات التي تتغذى على بيوض النيماتودا . وعلى الرغم من كفاءة نباتات القنب في تحجيم النيماتودا، إلا إن التأثير التثبيطي لمخلفات النباتات لايستمر فترة طويلة ، فقد لاتستمر فعاليته عدة أشهر، لذلك فإن زراعته ضمن دورة زراعية أفضل من إضافة مخلفاته للتربة الملوثة بالنيماتودا. ينصح المهتمين بتحجيم أضرار النيماتودا بعيدا عن إستعمال المبيدات القاتلة للنيماتودا (Nematocides) إن كان الغرض تشجيع الأحياء المجهرية المضادة للنيماتودا، زراعة نباتات القنب لتشجيع الفطريات التي تصطاد النيماتودا (Nematode-Trapping Fungi (NTF في منطقة الجذور أو في التربة التي دعمت بكتل من مخلفات نباتات القنب ولكنها فشلت في تحقيق ذلك في الترب التي قد عوملت بالمبيد 1,3-dichloropropene (Wang et al

(2003a; 2003b) . ومن الجدير بالذكر بأن أفضل مواصفات نباتات القنب(*Crotalaria juncea*) تكمن في ثلاثة عوامل جعلت من هذا النبات أحد أهم مصادر تخفيض المجتمعات السكانية لبعض أنواع النيناتودا التي تتطفل على الجذور وهي

قدرته على تخفيض أعدادها وسرعة النمو وصلاحيته كمصدر للنيتروجين عند حراثة الحقول المزروعة به خلال طور التزهير. تنتشر زراعة محصول القنب في كل من الهند والباكستان كمصدر مهم لصناعة الألياف ، كما يعتبر أحد أشهر مصادر الدمن الأخضر (Green Manure) في المناطق الإستوائية وكمصدر مهم للنيتروجين العضوي . يزرع المحصول حاليا بشكل واسع في جنوب الولايات المتحدة بعد جني القطن كـ Cover Crop. **يفضل المزارعون زراعة القنب لأنه يحجم نمو الأدغال ويبطئ إنجراف التربة والأهم من ذلك يختزل المجتمع السكاني لنيماتودا تعقد الجذور (Rotar & Joy, 1983)**. ولغرض إدامة التربة ، فكثيرا ما يتم حراثة الحقول خلال مرحلة إزهار نباتات القنب مما يوفر للمزارع مايقارب من 175 كغم من النيتروجين لكل هكتار و7.5 طن من المادة العضوية الجافة بعد 60 يوم من زراعته حيث تزرع بذورة بواقع 40 كغم في الهكتار.

أكتشفت كفاءة نباتات القنب في تحجيم النيماتودا منذ اواخر عشرينيات القرن الماضي عندما لاحظ Godfrey بأن هناك عقد قليلة على جذور نباتات القنب (Godfrey, 1928). وجد لاحقا بأن هناك إختزال كبيرلإعداد معظم النيماتودا المتطفلة على النبات التي توصف بأنها ذات تطفل داخلي ومن النوع الثابت (Sedentary Endoparasitic Nematodes) اي النيماتودا التي تبقى داخل الجذور تتغذى في موقع محدد ضمن الجذر مثل نيماتودا تعقد الجذور {Root knot Nematodes(Meloidogyne spp.)} و النيماتودا المتحوصلة {Soybean Cyst Nematodes (Heterodera glycines)} و Reniform Nematodes (Wang *et al*., 2002) . كما لوحظ بأن هناك تحجيم واضح للمجتمعات السكانية لبعض النيماتودا المهاجرة مثل {Sting Nematodes (*Belonolaimus longicaudatus*)} و نيماتودا الجذور المتغلضة {Stubby Root Nematodes(*Paratrichodorous minor)*} و النيماتودا الحافرة *{Dagger Nematodes (Xiphinema americanum)}* و النيماتودا الثاقبة *{Burrowing Nematodes(Radopholus similis)}* من قبل نبات القنب (الجدول 6) .

جدول6: إستجابة نباتات القنب (*Crotalaria juncea*) Sun hemp} تجاه نيماتودا الجذور ودورها في حماية المحاصيل المزروعة من النيماتودا

أنواع النيماتودا الموجودة في التربة	مديات حماية النباتات التي زرعت بعد القنب(دورة زراعية)[2]	مصادر القدرة على التحجيم
Meloidogyne arenaria	لايوجد تحجيم للنيماتودا	
Meloidogyne exigua	لايوجد تحجيم للنيماتودا	
Meloidogyne hapla	لايوجد تحجيم للنيماتودا	
***Meloidogyne incognita* race 1**	**تحجيم أعداد النيماتودا على القطن المزروع لاحقا**	**Robinson et al., 1997.**
***Meloidogyne incognita* race 3**	لايوجد تحجيم للنيماتودا	
Meloidogyne javanica	**تحجيم أعداد النيماتودا على كل من التبغ وقصب السكر**	**Shepherd and Barker, 1993; Moura, 1991**
Pratylenchus brachyurus	لايوجد تحجيم للنيماتودا	
Pratylenchus zeae	لايوجد تحجيم للنيماتودا	
Rotylenchulus reniformis	**تحجيم أعداد النيماتودا على جذور الأناناس(Pineapple)**	**(Wang et al., 2002).**
Radopholus similis	**تحجيم أعداد النيماتودا على جذور الموز عند زراعتهم سوية**	**(Charles, 1995)**
Helicotylenchus multicinctus		
Hoplolaimus indicus		

أعتبرت نباتات القنب المزروعة قبل إكتشاف عدم وجود تحجيم لأعداد النيماتودا على جذور القطن عوائل فقيرة (Poor Host) أزاء نوع النيماتودا المتواجد في التربة والحقيقة غير ذلك لأن الأمر متعلق بنوع النيماتودا الموجود في تربة الحقل.

المصادر

1.**Akiyama, K ; Matsuoka, H. and Hayashi, H. 2002**. Isolation and identification of a phosphate deficiency-induced C-glycosylflavonoid that stimulates Arbuscular mycorhiza formation in melon roots. Molecular Plant-Microbe Interactions, 5: 334-340.

2.**Akiyama, K ; Tanigawa, F. ; Kashihara, T. and Hayashi, H.2010**. Lupin pyranoisoflavones inhibiting hyphal development in Arbuscular mycorrhizal fungi. Phytochemistry, 71: 1865-1871.

3**. Alcerito, T.; Barbo F. E ; Negri G. ; Santos D. Y. A. C ; Meda C. I ;Young, M. C. M ; Chávez, D and Blatt, C. T. T 2002.** Folicular epicuticular wax of *Arrabidaea brachypoda*: flavonoids and antifungal activity.Biochem. Syst. Eco., 30: 677-683.

4. **Allen, R. N. and Newhook, F. J. 1974**. Suppression by ethanol of spontaneous turning activity in zoospores of *Phytophthora cinnamomi* . Trans. Br. Mycol. Soc., 63: 383-385.

5. **Arcas, M.C.; Botia, J.M.; Ortuño, A. M. and Del Rio, J.A. 2000**.UV irradiation alters the levels of flavonoids involved in the defense mechanism of *Citrus aurantium* fruits against *Penicillium digitatum*. Eur. J. Plant Pathol., 106: 617-622.

6. **Atta-Ur-Rahman ; Choudhary, M. I ; Hayat, S; Khan, A. M ; and Ahmed, A 2001.** "Two new aurones from marine brown alga *Spatoglossum variabile*". Chemical & Pharmaceutical bulletin, 49(1): 105-107.

7. **Bonanomi, G., Antignani, V., Pane, C., & Scala, F. 2007**. Suppression of soilborne fungal diseases with organic amendments. *Journal of Plant Pathology, 89*, 311–324.

8. **Boulter, Jeanine ;Boland, Greg J. and Trevors Jack T. 2002**. Evaluation of Composts for Suppression of Dollar Spot (Sclerotinia homoeocarpa) of Turfgrass. Plant Disease 86(4):405-410. 10.1094/PDIS.2002.86.4.405

9. **Clark, C. A. and Lorber , J. W. 1975.** The role of phenols in Botrytis brown stain of onion . Phytopathology, 65: 338-341.

10.**Clark , R. S. ; Kuć, J. ; Henze , R. E. and Quackenbush, F. W. 1959**. The nature and fungitoxicity of an amino acid addition product of chlorogenic acid. Phytopathology, 49:594-597.

11.**Cobb, E.W.J.; Krstic, M.; Zavarin, E. and Barbe, H. W., Jr. 1968**. Inhibitory effects of volatile oleoresin component on *Fomes annosus* and four Ceratocystis species (disease resistance) . Phytopathology, 58: 1327-1335.

12**.Conn ,K.L. &Lazarovits , G.. 1999**. Impact of animal manures on verticillium wilt, potato scab, and soil microbial populations. Canadian Journal of Plant Pathology., 21(1): 81-92. https://doi.org/10.1080/07060661.1999.10600089

13. **Cordier, C. ; Ponzo, M. J. ; Barea, J. M.. and Gianinzzi-Pearson, V. 1998**. Cell defense responses associated with localized and systemic resistance to *Phytophthora parasitica* induced in tomato by an Arbuscular Mycorrhizae fungus. Molecular Plant-Microbe Interactions, 11: 1017-1028.

14. **Cruickshank, I. A., M. and Perrin, D. R. 1964**. Pathological function of phenolic compounds in plants . In " Biochemistry of phenolic compounds " (J.B. Harborne, ed.) pp. 511-544.

15. **Cushie , T. P. T. ; Lamb, A. J. 2011**. Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. International Journal of Antimicrobial Agents, 38: 99-107.

16. **Cutler , H.G. and S.J. Cutler. (eds.). 1999.** Biologically Active Natural Products: Agrochemicals. Boca Raton, USA: CRC Press, 299 p.

17. **Da Rocha , C. Q. ; Queiroz, E. F. ; Meira, C. S. ; Moreira, D. R. ; Soares M. B ; Marcourt , L. ; Vilegas, W. and Wolfender, J. L. 2014**. Dimeric flavonoids from Arrabidaea brachypoda and assessment of their anti-Trypanosoma cruzi activity. J. Nat. Prod. , 77(6):1345-1350.

18. **Dehne , H. W. and Schonbeck, F. 1979**. Influence of endotrophic mycorrhiza on plant-diseases. 2. Phenol metabolisim and Lignification . Phtopathologische Zeitschrift, Journal of Phytopathology, 95: 210-216.

19. **Diab ,H G , Hu, S. and Benson, D M. 2003**. Suppression of Rhizoctonia solani on Impatiens by Enhanced Microbial Activity in Composted Swine Waste-Amended Potting Mixes. Phytopathology, 93(9):1115-1123. doi: 10.1094/PHYTO.2003.93.9.1115.

20. **Farkas,G.I., and Kiraly, Z. 1962**. Role of phenolic compounds in the physiology of plant diseases and disease resistance. Phytopatholo., Z. 44: 105-150.

21. Fillinger S, Ajouz S, Nicot PC, Leroux P, Bardin M (2012) Functional and Structural Comparison of Pyrrolnitrin- and Iprodione-Induced Modifications in the Class III Histidine-Kinase Bos1 of Botrytis cinerea. PLoS ONE 7(8): e42520. doi:10.1371/journal.pone.0042520

22.**Fujimoto, D.K., D.M. Weller, and L.S. Thomashow. 1995.** Role of secondary metabolites in root disease suppression. In Allelopathy: Organisms, processes and Applications, eds. Inderjit, K.M.M. Dakshini, and F.A. Einhellig. ACS Symposium Series 582. Washington, DC: American Chemical Society, pp. 330-347.

23. **Godfrey, G. H. 1928**. Legumes as rotation and trap crops for pineapple fields. Experiment Station of the Association of Hawaiian Pineapple Canners Bulletin 10: 3-21.

24. **Grand, L., F., and Ward, W. W. 1969**. An antibiotic detected in conifer foliage and its relation to *Cenococcum graniforme* Mycorrhizae. For. Sci. 15: 286-288.

25.**Gullino, M.L., Leroux, P. and Smith, C.M. 2000**. Uses and challenges of novel compounds for plant disease control. Crop Protection 19: 1-11.

26.**Harrison, M. J. 2005**. Signaling in the Arbuscular mycorrhizal symbiosis. Annual Review of Microbiology, 59: 9-42.

27.**Harrison, M. J and Dixon, R. A 1993** . Isoflavonoid accumulation and expression of defense gene transcripts during the establishment of vesicular-arbuscular mycorrhizal associations in roots of *Medicago truncatulu*.Mol. Plant-Microbe Interact, 6: 643-654.

28. **Huang H. C. and Chou, C. H.** 2005. Impact of plant disease biocontrol and Allelopathy on biodiversity and agricultural sustainability. Plant Pathology Bulletin, 14; 1-12.

29**. Huang, H. C. ; Morrision, R. J. ; Mundel, H. H. ; Barr, D. J. S. ; Klassen, G. R. and Buchko, J. 1992.** Pythium 'group G' a form of *Pythium ultimum* causing damping- off of safflower. Can. J. Pl. Pathol., 14: 229-232.

30. Jasy, T., and Koshy, P. K. 1994. Effect of certain leaf extracts and leaves of *Glyricidia maculata*, (H. B.& K) Steud. as green manure on *Radopholus simi-lis*. Indian Journal of Nematology 22:117-121
(19) (PDF) Crotalaria as a cover crop for nematode management: A review. Available from: https://www.researchgate.net/publication/266594685_Crotalaria_as_a_cover_crop_for_nematode_management_A_review [accessed Sep 21 2020].

31. **Johnson, G. and Schaal, L. A. 1952.** Relation of chlorogenic acid to scab resistance in potatoes. Science, 115: 627-629.

32. **Kape, R. ; Wex, K. ; Parinske, M. ; George, E. ; Wetzel, A. and Werner, D . 1993.** Legume root metabolites and VA-mycorrhiza development. J. Plant Physiol., 141: 54-60.

33. **Kerr, A. 1972**. Biological control of crown gall: Seed inoculation J. Appli. Bacteriol., 35: 493-497.

34. **Kikuchi, K. ; Matsushita, N. Suzuki, K. and Hogetsu, T. 2007**. Flavonoids induce germination of basidiospores of the ectomycorrhizal fungus *Suillus bovinus*. Mycorrhiza, 17: 563-570.

35. **Kirkegaard, J.A., P.T.W. Wong, and J.M. Desmarchelier, 1996**. In vitro suppression of fungal root pathogen of cereals by Brassica tissues. Plant Pathology 45: 593-603

36. **Krywolap, G. N.; Grand L. F. and Ccasida L. E. Jr. 1964**. Natural occurance of an antibiotic in the mycorrhyzal fungus *Cenococcum graniforme*. Can J. Microbial., 10: 323-328.

37.**Kuć, J. 1972**. Phytoalexins. Annu. Rev. Phytopathol., 10: 207-32.

38.**Kuć, J. ; Henze, R. E.; Ulstrup, A. J. and Quackenbush, F. W. 1956**. Chlorogenic and caffeic acids as fungistatic agents produced by potatoes in response to inoculation with *Helminthosporium carbonum* . J. Am. Chem. Soc., 78: 3123-3125.

39.Lambais, M. R and Mehdy, M. C. 1993. Suppression of endochitinase, P-1,3-endoglucanase, and chalcone isomerase expression in bean vesicular-

arbuscular mycorrhizal roots under different soil phosphate conditions. Mol. Plant-Microbe Interact., 6 : 75-83.

40. **Li C. Y. 1974**. Phenolic compounds in understory of alder, conifer, and mixed alder-conifer stand of coastal Oregon. Lloydia, 37:603-607.

41.**Li C. Y. 1977**. Conversion of p-coumaric acid to caffeic acid and of p-hydroxyphenylacetic acid to 3,4-dihydroxyphenylacetic acid by *Alnus rubra* . Lloydia, 40: 298-300.

42.**Li C.Y. ; Lu, K. C.; Trappe, J. M. and Bollen, W.B. 1969**. A simple, quantitative method of assaying soil for inhibitory fungi. U.S.For. Serv. Res. Note PNW-108.

43.**Li, C.Y. ; Lu , K. C. ; Nelson, E. E. Bollen, W.B and Trappe, j. M. 1969**. Effect of phenolic and other compounds on growth of *Poria weirii* in vitro. Microbios, 1: 305-311.

44. **Link, K. P. and Walker, J. C. 1933**. The isolation of catechol from poimented onion scales and its significance relation to disease resistance in onion. J. Biol. Chem., 160: 379-383.

45. **Locwood, J.L. 1959**. *Streptomyces* spp. As a cause of natural fungitoxocity in soil. Phytopathology, 49; 327-334.

46. **Marx, D.H. 1969**. The influence of ectotrophic mycorrhyzaha fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. 1. Antagonism of Mycorrhizae fungi to root pathogenic fungi and soil bacteria . Phytopathology, 59: 153-163.

47.**Marx, D.H. 1969**. The influence of ectotrophic mycorrhyzaha fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infections. II. Production , identification, and biological activity of antibiotics produced by *Leucopaxillus cerealis* var. *piceina*. Phytopathology, 59:411-417.

48. **McCullagh, M. ; Utkhede, R. ; Menzies, J. ; Punja, Z . and Paulitz. T. C. 1996.** Evaluation of plant growing –promoting rhizobacteria for biological control of Pythium root rot of cucumber grown in rockwool and effects on yield. Euro. J. Plant Pathol. 102: 747-755.

49.**McGrath, W.T. 1972**. Biological control of *Fomes annosus*: A new possibility in the United States. Consultant, 17: 94-96.

50. **Mendoza, Luis Enrique del Rio.1999**. Biological control of Sclerotinia stem rot of soybean with *Sporidesmium sclerotivorum*.Ph.D Desertation ,Iowa State University.

51. **Menzies, J.D. and Gilbert, R. G. 1967**. Responses of soil microflora to volatile components in plant residues. Soil sci. soc. Am. Proc., 31: 495-496.

52.**Minamikawa, T. ;Akazawa, T. and Uritani, I. 1963**. Analytical study of umbelliferone and scopoletin synthesis in sweet potato root infected by *Ceratocystis fimbriata* . Plant Physiol., 38:493-97.

53. **Mojtahedi, H., Santo, G.S. Hang, A.N. and Wilson, J. H. 1991.** Suppression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars as green manure. Journal of Nematology 23: 170-174.

54.**Mojtahedi, H., Santo, G.S. ; Wilson, J.H. and Hang , A.N. 1993.** Managing Meloidogyne chitwoodi on potato with rapeseed as green manure. Plant Disease 77: 42-46.

55. **Morandi, D. ; Baily, J. A. and Gianinazzi Pearson, V. 1984**. Isoflavonoid accumulation in soybean roots infected with vesicular Arbuscular mycorrhizal fungi . Phsiological Plant Pathology, 24; 357-364.

56.**Moore, L.W. and Warren, G. 1979**. *Agrobacterium radiobacter* strain 84 and biological control of crown gall. Annu. Rev. Phytopathol. 17: 163-179.

57. **Pandey, Ruchi and Mishra, Avinash. 2010**. Antibacterial Activities of Crude Extract of Aloe barbadensis to Clinically Isolated Bacterial Pathogens. Applied Biochemistry and Biotechnology 160(5):1356-1361. 10.1007/s12010-009-8577-0

58. **Patrick, Z. A. 1986**. Allelopathic substances and their exploitation for biological control. Can. J. Plant Pathol. 8: 225-228.

59. **Papavizas, G. C. 1968.** Survival of root-infecting fungi in soil. VI. Effect of amendments on bean root rot caused by Thielaviopsis basicola and on inoculum density of the causal organism. Phytopathology 58:421-428.

60. **Patrick, Z.A. and Koch, L. W. 1963**.The adverse influence of phytotoxic substances from decomposing plant residues on resistance of tobacco to black root rot . Can. J.B., 41: 747-758.

61. **Pellissir, F. and Souto X.C. 1999**. Allelopathy in northern temperate and boreal semi-natural woodland . Crit. Rev. Plant Sci., 18 (5): 637-652.

62. **Robertson, E. Alison. 2012**. Role of Polyphenol Oxidase, Peroxidase, Phenylalanine Ammonia Lyase, Chlorogenic Acid, and Total Soluble Phenols in Resistance of Potatoes to Soft Rot Plant Disease , 96: (2): 186-192

63. **Rotar, P. P. and Joy, R. J. 1983**. 'Tropic Sun' sunn hemp, *Crotalaria juncea* L. Research Extension Series 036. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii. 7 pp.

64. **Salama, A. A. M. ; Ismail, I. M. K. ; Ali, M. I. A. and Ouf, S. A. F. 1988**. Possible control of white rot disease of onion caused by *Sclerotium cepivorum* through soil amendement with *Eucalyptus rostrata* leaves. Rev. Ecol. Boil. Sol., 25: 305-314.

65. **Santora, T. and Casida, L. E. Jr. 1962**. Elaboration of antibiotics by *Boletus luteus* and certain other Mycorrhizae fungi. Can. J. Microbial. 8:43-48.

66. **Scervino, J. M. ; Ponce, M. A. ; Erra-Bassels R. ; Bornpadre, J. ; Vierheilig, H. ; Ocampo, J. A. and Godeas, A. 2007**. The effect of flavones and flavonols on colonization of tomato plants by Arbuscular mycorrhizal fungi of the genera Gigaspora and Glomus. Canadian Journal of Microbiology, 53: 702-709.

67.**Scervino, J. M. ; Ponce, M. A. ; Erra-Bassels R. ; Vierheilig, H. ; Ocampo, J. A. and Godeas, A. 2005**. Flavonoids exhibit fungal species and genus specific effects on the presymbiotics growth of Gigaspora and Glomus. Mycological Research, 109: 789-794.

68. **Schenk, S. and Stotzky, G. 1975**. Effect on microorganisms of volatile compounds released from germination seeds. Can. J. microbial., 21: 1622-1634.

69. **Sing, A. K. ; Kumar, P. ; Rathore, N. and Gade, R. M. 2012**. Allelopathy: A sustanaible alternative and eco-friendly tool for plant disease management. J. Plant Dis. Sci., 7(2): 127-134.

70. **Spanu, P. and Bonfante-Fasolo, P. 1988.** Cell-wall-bound peroxidase activity in roots of mycorrhizal Allium porrum. New Phytol., 109: 119-124.

71.**Spanu P ; Boller T ; Ludwig A ; Wiemken A ; Faccio A and Bonfante-Fasolo P 1989**. Chitinase in roots of mycorrhizal Allium porrum: regulation and localization. Planta, 177: 447-455.

72. **Steinkellner, S. Lendzemo, V.; Langer, I. Schweiger, P. ; Khaosaad, T. ; Toussaint, J. P. and Vierheilig, H. 2007.** Flavonoids and Strigoloctones in root exudates as signals in symbiotic and pathogenic plant-fungus interactions. Molecules, 12: 1290-1306.

73. **Steinkellner, S. Lendzemo, V.; Langer, I. Schweiger, P. ; Khaosaad, T. ; Toussaint, J. P. and Vierheilig, H. 2007.** Flavonoids and Strigoloctones in root exudates as signals in symbiotic and pathogenic plant-fungus interactions. Molecules, 12: 1290-1306.

74. **Szczech, Magdalena and Smolińska, Urszula. 2001.** Comparison of Suppressiveness of Vermicomposts Produced from Animal Manures and Sewage Sludge against Phytophthora nicotianae Breda de Haan var. nicotianae. Journal of **Phytopathology 149(2):77 – 82.** 10.1046/j.1439-0434.2001.00586.x

75. **Szczech, M. 1999** .Supressiveness of vermicompost against Fusarium wilt of tomato. Journal of Phytopathology, 147, 155-161.

76. **Trappe, J. M. ; Li, C. Y.; Lu, K. C. and Bollen,W. B. 973**. Differential response of *Poria weirii* to phenolic acids from douglas-fir and red alder roots. For. Sci., 19:191

77. **Vaughn, S.F. 1999.** Glucosinolates as natural pesticides. In Biologically Active Natural Products: Agrochemicals, eds. H.G. Cutler and S.J. Cutler. Boca Raton, USA: CRC Press, pp. 81-94.

78.**Velusamy, P. ; Immanuel, J. E. ; Gnanamarickam , S. S. and Thomashow, L. 2006.** Biological control of rice bacterial blight by plant-associated bacteria producing 2,4-diacetylphloroglucinol . Can. J. Microbiol., 52(1) : 56-65.

79.**Walton, S. 1980.** Biocontrol agents prey on pests and pathogens . BioScience, 30: 445-447.

80. **Wang, K. H. ; Sipes, B.S., and Schmitt, D. P. 2001**. Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus*, and *Target erecta*. Nematropica 31, 237-251.

81.**Wang, K. H.; Sipes, B. S. and Schmitt, D.P. 2002**. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. Nematropica 32:35-57.

82.**Wang, K. H. ; Sipes, B.S. and Schmitt, D .P. 2003**. Suppression of *Rotylenchulus reniformis* enhanced by *Crotalaria juncea* amendment in pineapple field soil. Agriculture, Ecosystem and Environment 94: 197-203.

83**. Weller, D.M.& Thomashow, L.S. 1999.** The role of microbial metabolites in biological control of plant pathogens. In Recent Advances in Allelopathy Vol. 1. A Science for the Future, eds. F.A. Macías, J.C.B. Galindo, J.M.G. Molinillo, and H.G. Cutler. Universidad de Cádiz, Spain: Servicio de Publicaciones, pp. 415-422.

84. **Young-Zhi, Qi ; Wen-Chao, Z. and Hai –Yan, Li. 2015**. Allelopathy of decomposed maize straw products on three soil-born diseases of wheat and the analysis by GC-MS. Journal of Integrative Agriculture,14(1):88-97.