مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 41 العدد 3 (2025): 313 - 328

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 41 No.3 (2025): 313 - 328

فاعلية الزيوت الطيارة ومستخلصات الهكسان الزيتية لأوراق بعض نباتات من العائلة الشفوية وناتج تحميلها على جسيمات السليكون النانوي في تثبيط فطر Botrytis cinerea

مضر عواد الحشيش [1*] زكريا عبدالكريم الناصر [2] عبد النبي بشير [2]

[1] طالب دكتوراه في قسم النبات كلية الزراعة في جامعة دمشق– سورية.

[2] أستاذ في قسم وقاية النبات – كلية الزراعة في جامعة دمشق– سورية.

الملخص:

أُجريَّ هذا البحث في عام 2022– 2023 في مخبر أبحاث المبيدات – قسم وقاية النبات – كلية الزراعة –جامعة دمشق، لتقييم فاعلية الزيوت الطيارة ومستخلص الهكسان الزيتي لأوراق إكليل الجبل (Rosmarinus officinalis L) ، والخزامى (Lavandula M angustifolia) ، والمردقوش (Origanum vulgare L) من العائلة الشفوية (Lamiaceae) وناتج تحميلها على جسيمات السليكون النانوية (SiO_2) في تثبيط مشيجة الفطر Botrytis cinerea على الوسط (PDA Potato Dextroes Agar) في المخبر. أظهرت النتائج تفوق الزيت الطيار للمردقوش المحمل على جسيمات السليكا النانوية معنوياً على باقي المعاملات في تثبيط نمو الفطر B. cinerea في المستنبت المغذي مقارنة مع باقي المعاملات وعند جميع التراكيز المستخدمة، تلاه في ذلك الزيت الطيار لأوراق الخزامى مع جسيمات السليكون النانوية. حيث بلغت نسبة تثبيط مشيجة الفطر 100% للمعاملتين عند التركيز 600ppm. بينما أعطى الزيت الطيار لإكليل الجبل منفرداً و محمل على السليكا النانوية أقل نسبة تثبيط للفطر B. cinerea حيث لم تعط المعاملتين تثبيطاً 100% للنمو عند التركيز 600 ppm. بالمقابل أعطت مستخلصات الهكسان الزيتية منفردة تأثيراً منخفضاً في نمو الفطر B. cinerea. في حين أعطت مستخلصات الهكسان الزيتية المحملة على السليكا النانوية للنباتات المدروسة تأثيراً متوسطاً لتثبيط نمو الفطر. ازداد تأثير الزيوت الطيارة والمستخلصات النباتية وناتج تحميلها على السليكا النانوية في تثبيط نمو الفطر بزيادة التركيز. ونوصي باستخدام الزيوت الطيارة ومستخلصات الهكسان الزيتية وناتج تحميلها على السليكون النانوي لنباتي المردقوش والخزامى كمبيدات فطرية حيوية صديقة للبيئة.

الكلمات المفتاحية: مستخلصات نباتيه، زيوت طيارة، SiO_2 ، Botrytis Cinerea ، جسيمات السليكون النانوية

تاريخ الايداع:22 /2023/2
تاريخ القبول: 2023/4/11

حقوق النشر: جامعة دمشق –سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص **CC BY-NC-SA 04**

The effect of essential oils and hexane oil extracts of some plants from Lamiaceae family and the product of their loading on silicon nanoparticles in inhibiting the fungus Botrytis cinerea

Moudar Awwad AlHashesh[1*] Zakaria Abdulkarim AL-naser [2] Abdul Nabi Basheer[2]

[1*]PHD. Student . Dept. of Plant Protraction, Faculty of Agriculture, Damascus University.
[2] Professor, Dept. of Plant Protraction, Faculty of Agriculture, Damascus University.

Received:22/2/2023
Accepted: 11/4/2023

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Abstract:

This research was conducted in 2022-2023 in the Laboratory of Pesticides Research - Department of Plant Protection - Faculty of Agriculture - University of Damascus, to evaluate the effect of essential oils and hexane oil extracts of rosemary (Rosmarinus officinalis L.), lavender (Lavandula angustifolia Mill) and oregano (Origanum vulgare L.) from the Lamiaceae family, and the result of loading them on silicon nanoparticles (SiO_2) in inhibiting mycelium of the fungus Botrytis cinerea on the (PDA Potato Dextroes Agar) medium in the laboratory. The results showed the superiority of the essential oil of oreganoloaded on silica nanoparticles significantly compared with all the treatments in inhibiting the growth of the fungus B. cinerea in the medium, at all concentrations used., followed by the volatile oil of lavender leaves with silicon nanoparticles. Where the percentage of inhibition of mycelium was 100% for the two treatments at the concentration 600ppm. While the essential oil of rosemary alone and loaded on silica nanoparticles gave lower percentage of inhibition of the fungus B. cinerea, where the two treatments did not give a 100% inhibition of growth at a concentration of 600 ppm. On the other hand, hexane oil extracts alone gave a low effect on the growth of B. cinerea fungus. While the hexane oil extracts loaded on silica nanoparticles of the studied plants gave a medium effect to inhibit the growth of fungus. The effect of essential oils and plant extracts and their loading on silica nanoparticles in inhibiting fungal growth increased with increasing concentration. We recommend the use of essential oils and hexane oil extracts and the product of loading them on nano-silicone of oregano and lavender plants as environmentally friendly bio-fungicides.

Key Word: Plant Extracts, Essential Oils, Sio_2. Botrytis Cinerea, M Nanoparticle

المقدمة:

شجرة العنب (Vitis vinifera) تنتمي للعائلة Vitaceae ، وتضم نحو 14 جنساً، أهمها الجنس Vitis. يقدر إنتاج القطر العربي السوري من العنب لعام 2019 ما يقارب 252006 طن، أما المساحة المزروعة فقد بلغت 45180 هكتار (المجموعة الاحصائية،2019). يستخدم العنب طازجاً ومجففاً ويصنع منه العصائر والخمور(Perestrelo et al. 2018)، ويحتوي العديد من الفيتامينات والمعادن ومواد مضادات الأكسدة المفيدة لصحة الإنسان. ويستخرج منه الكثير من المواد التي تدخل بالمركبات الصيدلانية لغناه بالمركبات الفينولية (Agudelo-Romero, et al. 2015).

تصاب شجرة العنب بعديد من الآفات الحشرية وأهمها فوليكسرا العنب(Phyloxera) (Kingstonm et al 2009,). والأمراض الفطرية وأهمها البياض الزغبي (Plasmopara viticola) والبياض الدقيقي (Uncinula necator) (Agrios,2005). ويصاب العنب بفطر (Botrytis cinerea Pers. ex Fr.) المسبب لمرض العفن الرمادي على الثمار الناضجة بالحقل والمخزن. فطر B. cinerea المسبب لمرض العفن الرمادي من الفطريات ذات الأهمية الاقتصادية، من بين 10 فطريات في العالم، ويصيب 200 عائل نباتي بما فيها العنب ويهاجم الأفرع والأزهار والثمار (Elad وأخرون، 2007 و Dean وآخرون، 2012 و Miclea و Puia ،2012). غالبًا يهاجم الفطر كروم العنب في وقت الإزهار، و يكون الفطر كامناً داخل حبات العنب دون ظهور الأعراض، حتى تبدأ حبات العنب بالنضج ليتسبب المرض في خسائر مالية للمزارعين، حيث يخفض إنتاج المحصول و جودة العنب (Coertze وآخرون، 2001). ويسبب فقد نوعي وكمي لحبات العنب وأعفان الثمار وتغيرات كيمياحيوية لطعم حبات العنب والنبيذ الناتج عن عناقيد العنب المصابة مما يخفض القيمة الاقتصادية للعنب والنبيذ (Mullins وآخرون، 1992). تعتمد برامج مكافحة فطر B. cinerea باستخدام المبيدات الفطرية الصنعية التي تكافح أو تثبط نمو الفطر، وتمنع تشكل الميسليوم والأبواغ (Young, 2008). وأهم المركبات الكيميائية المستخدمة في المكافحة منذ القديم مركبات النحاس التي تعمل بالملامسة مثل مخلوط Mixture Bordeaux و copper sulphate (Jackson, 2008) وقد استبعدت مركبات النحاس من مكافحة هذه المرض على العنب (Darriet وآخرون، 2001) لكونه يسبب خفض بالمركبات العطرية المهمة بعصير العنب ويغير من طعم النبيذ ، وزيادة تراكم hydrogen sulphide (SH) في عناقيد العنب مما يعطي نكهة غير مستحبة للنبيذ ((Jackson, 2008 و Darriet وآخرون، 2001) ،ويمكن أنّ يسبب سمية نباتية وتراكم بالتربة (2000Rathore and Khan). واستخدمت المبيدات الفطرية الجهازية من مجموعة البنزاميدازول (Carbendazim و Tiophanate methyl) ومبيدات من مجموعة دايكربوكساميد (Iprodione و procymidon) (Mann,2004. ويستخدم مبيد Thiabendazole أو البينوميل Benomyl في غمر ثمار العنب للتخلص من فطر العفن الرمادي قبل التخزين, (Yousef وآخرون 2019). وقد أعطت هذه المركبات فاعلية عالية في نهايات القرن الماضي غير أنّ الاستخدام المتكرر لمبيدات هاتين المجموعتين ومعظم المبيدات الفطرية لم تعد تعط فاعلية عالية ضد الفطر نتيجة تشكيل سلالات مقاومة للفطر تجاه المبيدات الفطرية الصنعية (Wilson, Leroux, 2004 وآخرون2007) كما ظهرت لدى الفطر مقاومة عبورية تجاه مركبات دايكربوكساميد و البنزاميدازول (Cullino وآخرون2001). إضافةً لها أضرار على صحة العاملين عند رش المبيدات والمستهلكين للعنب ولها آثار سلبية على البيئة (et., al 2009 Farquhar).

استخدمت حديثاً الزيوت والمستخلصات النباتية في مكافحة فطريات الأمراض لوجود كثير من المركبات الأروماتية والفلافونات والقلويدات والتربينات والفلافونات (Plotto وآخرون2003). ومن أهم الزيوت النباتية المستخدمة التي أعطت فاعلية في تثبيط فطر B. cinerea نباتات العائلة الشفوية (oral ceae) مثل: إكليل الجبل (Rosmarinus officinalis) والخزامى (Lavandula angustifolia) والمردقوش (Origanum vulgare) والنعنع (Mentha pulegium) والزعتر (Thymus capitatus L.) والريحان (Ocimum canum Sims) والمريمية (Salvia officinalis)، ومن العائلة الغارية الغار النبيل (Laurus nobilis) وأوراق الأوكاليبتوس (Ecualptus camaldulinses)ومستخلصات بعض النباتات مثل الثوم (Allium cepa) والطيون (Inula viscosa) والفليفلة(Capsicum annuum) والمردقوش البري (Origanum syriacum)،(Abou-Jawdah et al. (2004);, Gyung et al. (2004); Tegegne and Pretorius (2007); Wilson et al. (1997). و) Al- naser and Al-Abrass. 2014. . وجد Farzaneh وآخرون (2007) أن الزيوت الطيارة للقرفة والريحان والنعنع فعالة في تثبيط فطر B. cinerea. غير أنّ الزيوت الطياره والمستخلصات النباتية، تواجهها العديد من الصعوبات، كقلة كمياتها وضعف ذوبانها بالماء، وتبخرها العالي وفقدها، وتركيبها الكيميائي والفيزيائي غير ثابت، كما قد يكون لها آثار سلبية على صفات وطعم المواد الغذائية المعاملة. ومن أهم الطرق للتغلب على هذه السلبيات استخدام المستحلبات النانوية أو تحميلها على مركبات نانوية، التي تعطي ثباتية عالية للزيوت والمستخلصات النباتية ونصف العمر أطول لهذه المواد على المنتجات الزراعية لحمايتها، ويسمح بانتشار أكبر على السطوح المعاملة ووصولها إلى الهدف لصغر حجم المركبات النانوية، وتزيد فاعليتها كمضاد ميكروبي لزيادة امتصاصها بالجدر الخلوية للكائنات الحية الدقيقة (Donsi وآخرون،2011 وChang وأخرون، 2012). تعد تقانة النانو من أهم التقانات التي تدخل في مجالات متعددة، إذ تعتمد على تخليق جسيمات بأبعاد نانوية (nanoparticles (NPs ، حيث تمتلك هذه الجسيمات خصائص مختلفة عن المعادن التي تكونت منها وذلك بناءً على هندسة جزيئات المعدن بأشكال وأحجام متنوعة (Gan and Rao, 2015)، وقد زاد الاهتمام في السنوات الأخيرة بإنتاج المواد المعدنية النانوية لما لها من استخدامات في مجالات متنوعة كالمجالات الطبية الحيوية والزراعية والبيئية والصناعية(Singh et al.,2016) . والمركبات النانوية أكثر فاعلية واستخدامها آمن في مجال مكافحة الفطريات مقارنة بالمبيدات الكيميائية (Liوآخرون،2007). ويمكن أنّ تنتج المركبات النانوية بالطرائق الكيميائية أو باستخدام الطرائق الحيوية. ويعد إنتاج المركبات النانوية باستخدام المستخلصات النباتية أقل تكلفة وأقل سمية وصديقة للبيئة وأكثر كفاءة وبديل جيد لمكافحة ممرضات النبات (Garibo وآخرون،2020). ومن أهم المركبات النانوية المستخدمة بمكافحة الفطريات نترات الفضة وأكسيد الزنك، وأكاسيد السليكون وأكاسيد النحاس (Karimiyan وآخرون،2015 و Baka وZahed-El 2022).

أثبت Mansoor وآخرون (2021) أنّ نترات الفضة النانوية المشكلة بالمستخلصات النباتية أعطت 100% تثبيط لنمو فطري Corynespora cassiicola وAltrnaria solani و 85% لفطر.Fusarium spp في حين كانت كفاءة تصنيع جزيئات نترات الفضة كيميائياً آقل حيث سبب تثبيط 90% لنمو لفطر C. cassiicola و95% لفطر A. solani و90% لفطر Fusarium spp. و أعطت جسيمات الفضة النانوية الحيوية فاعلية كمضاد فطري للفطريات :Rhizoctonia solani و Alternaria alternate وBotrytis cinerea عند تركيز 15 مغ (Zhang وآخرون 2016). العديد من المستخلصات النباتية تستخدم بتشكيل الفضة النانوية مثل النباتات Phyllanthus urinaria وPouzolzia zeylanica وScoparia dulcis ولها تضاد فطري وبكتيري (Hossain et al., 2017; Chen et al., 2018; Frezza et al., 2020) . ويعد عنصر السليكون (Si)

من أهم المركبات التي بدأ استخدامها في مكافحة الآفات لكونه العنصر الثاني بعد الأوكسجين الأكثر انتشاراً في التربة، وهو عنصر مهم في نمو وتطور النباتات. ويعد السليكون النانوي له تأثير كبير في تحسين نمو النبات مقارنة مع السليكون العادي (Tripathiوآخرون،2016). والسليكات النانوية لها أهمية لكون سعرها منخفض ولها قدرة عالية للتبادل الكاتيوني ، وتتوزع بشكل جيد في المحاليل المائية. ويعد السليكون (SiO_2) عنصر أساسي بالنبات يعطيه تحمل للاجهادات الحيوية (مقاومة للأمراض) وغير الحيوية والعوامل البيئية (,Carmen وآخرون 2003 و Epstein 2001 و Fichhof و آخرون، 2018). وجسيمات Nano silicon dioxide لها قدرة عالية لتغليف المركبات (Sun وآخرون2016 ,Meri و آخرون Shi,2015 وآخرون2013).

هدف الدراسة (Purpose of the study):

تقييم تأثير الزيوت الطيارة ومستخلصات الهكسان الزيتية لأوراق بعض نباتات من العائلة الشفوية وناتج تحميلها على جسيمات السليكون (SiO_2) في تثبيط فطر Botrytis cinerea .

مواد وطرائق البحث:

موقع تنفيذ التجربة:

تمت التجربة في عام 2022–2023 في قسم وقاية النبات في مخبر أبحاث المبيدات في كلية الزراعة – جامعة دمشق.

عزل وتعريف الفطر **Botrytis cinerea**:

تم جمع عينات من ثمار العنب من أسواق دمشق التي تظهر أعراض مرض العفن الرمادي ووضعت في أكياس نايلون معقمة ووضعت بالمخبر. تم تقسيم حبات العنب المصابة إلى جزئين، جزء تم تعقيمها سطحياً بهيبوكلوريت الصوديوم 3 % لمدة 3 دقائق ومن ثم غسلت بالماء المقطر عدة مرات ووضعت على ورق ترشيح حتى تجف. والجزء الأخر من حبات العنب تم وضعها بظروف حرارية 28 °س ورطوبة 80% حتى ظهور الميسليوم الفطري. تم عزل الفطر باستخدام طريقة العزل من النسيج النباتي(Ma وآخرون، 2018). أخذ من حبات العنب من كلا القسمين أجزاء من النبات باستخدام مشرط معقم ووضعت على وسط مغذي بطاطا دكستروز أجار معقم وأُضيف إليها مضادات حيوية Ampicillin (100 جزء بالمليون) و Streptomycin (100 جزء بالمليون) لمنع نمو البكتريا. حُضنت الأطباق على درجة حرارة 27 °س ، بعد ظهور الميسليوم ، أخذت منها جزء من الميسليوم من أطراف المستعمرة وزرعت على أطباق بطاطا دكستروز اجار للتنقية ومن ثم تنميتها وتعريفها باعتماد الصفات المورفولوجية للميسليوم والأبواغ بالاعتماد على المراجع (Barnett and Hunter. 1987 و Index Fungorum 2004) وتم تأكيد التعريف بمقارنتها مع عزلة قياسية موجودة بمخبر أمراض النبات.

جمع وتحضير العينات النباتية:

تم جمع الأوراق لكل من نباتات إكليل الجبل (R. officinalis) والخزامى (L. angustifolia) والمردقوش (O. vulgare) من العائلة الشفوية (Lamiaceae) في مرحلة النمو الخضري في عام 2022 من مشاتل دمشق، سورية. وتم تعريفها في قسم الموارد الطبيعية والبيئية في كلية الزراعة– جامعة دمشق. نُظفت العينات تحت الماء الجاري لتخلص من الغبار، ثم تم تجفيفها بالظل في ظروف المخبر.

- استخلاص الزيت الطيار للعينات النباتية:

طُحنت العينات المجففة لكل من إكليل الجبل والخزامى والمردقوش باستخدام مطحنة مخبرية، وتم استخلاصها باستخدام جهاز التقطير Clevenger,s apparatus . حيث وضع 100 غرام من العينة النباتية المطحونة في حوجلة سعة 1000 مل تحوي ماء مقطر وتمت عملية التقطير لمدة 3 ساعات. وفُصل الزيت المستخلص عن الماء، ومن ثم جُفف الزيت بمعاملته بكبريتات الصوديوم اللامائية. تم تخزين الزيوت المستخلصة على درجة حرارة 4 مئوية بعيداً عن الضوء لحين الاستخدام Handa (2005).

- تحضير مستخلصات الهكسان للعينات النباتية:

تم استخلاص العينات النباتية باستخدام جهاز السوكسليت: تم وزن 50 غرام من العينة النباتية المطحونة ووضعت في زجاجة جهاز السوكسوليت (Soxhlet extractor) وأُضيف لها 250 مل من المُحل العضوي هكسان عالي النقاوة(98%). ثم سخنت لمدة 3 ساعات عند درجة حرارة 35–40 °س. نُقل ناتج الاستخلاص كمياً إلى حوجلة المبخر الدوراني لتبخير المذيب العضوي منه عند درجة حرارة (30–35 °س) حتى الحصول على الزيت الخام (Dagostin وزملاؤه، 2010). ومن ثم جُفف الزيت بتمريره على طبقة من كبريتات الصوديوم اللامائية. ونُقل المستخلص الزيتي إلى زجاجة حافظة بنية اللون، وحُفظ في البراد لحين الاستخدام عند درجة 4 °س.

تحضير السليكون النانوي:

تم اعتماد طريقة Patel و Patel (2014) ابتداء من Sodium meta silicate (Na203Si.5H2O) المنحلة في الماء .

تحميل الزيوت العطرية والمستخلصات النباتية المختبرة على السيليكون النانوي (SiO_2):

استخدمت طريقة Kanugala وآخرون و (2019)، وSattary و آخرون (2020) حيث وضع 100مغ من كل زيت طيار أو المستخلص الزيتي بالهكسان بشكل منفصل في زجاجات بنية غامقة ، تحوي 5 مل اسيتونتريل عالي النقاوة(99.5%)، ثم وضع 100 مغ من أكسيد السليكون النانوي SiO_2 ، ثم أغلقت الزجاجات بإحكام. وضعت الزجاجات على جهاز الرج(ROTO MIX THERMOLYNE M71730-26) بسرعة 200 دورة بالدقيقة على درجة حرارة 27±2 °C لمدة 48 ساعة. بعد ذلك تمت عملية تثقيل الجزيئات النانوية باستخدام المثقلة عند 1200 دورة على الدقيقة لمدة 20 دقيقة، ومن ثم تم تبخير المذيب بدرجة حرارة المخبر. وتم تخزين المواد في عبوات بنية مغلقة على درجة حرارة 4 °C للاستخدام.

– طريقة العمل :

تم اختبار تأثير الزيوت الطيارة ومستخلصات الهكسان لأوراق المردقوش والخزامى وأكليل الجبل منفردة والمحملة على جسيمات أكسيد السليكون النانوي في تثبيط نمو الفطر B. cinerea على المستنبت المغذي بالمخبر بطريقة تسميم المستنبت (The Poison Food Technique) ((Falck,1907)و (Jingوآخرون،2017). تم اعتماد التراكيز التالية من الزيوت الطيارة والزيوت الطيارة المحملة على جسيمات أكسيد السليكون النانوي:75 و150 و225 و300 و375 و450 و525 و600ppm. ولمستخلصات الهكسان ومستخلصات الهكسان المحملة على جسيمات أكسيد السليكون النانوي بعد القيام بتجارب أولية تمهيدية لتحديد مجال الفاعلية: 0 (شاهد)،100 ،200،400،600،800،1200،1400 ppm. تم تحضير دوارق سعة 200 مل ووضع فيها 100 مل مستنبت غذائي بطاطا دكستروز أجار وتم تعقيمها في الأوتوكلاف لمدة 30 دقيقة عند درجة حرارة 121م°. اضيفت

كمية مناسبة من الزيوت الطيارة أو من مستخلصات الهكسان أو المركبات المحملة على جسيمات السليكون إلى مستنبت مغذي PDA عند درجة حرارة 50 درجة مئوية بعد عملية التعقيم لإعطاء التركيز المناسب، وقد أضيف للوسط مادة Tween 80 بنسبة (0.05%) للمساعدة على استحلاب الزيت بالوسط المغذي بشكل جيد (تم تعديل الحموضة =pH7 باستخدام حمض HCl أو هيدروكسيد الصوديوم NaOH عند عيارية 0.1). ووضعت على جهاز رج مخبري (فورتكس) لمدة 2 دقيقة لحصول تجانس في الوسط المغذي، صُب 20 مل من المستنبت الغذائي المعامل والشاهد (وضع فيه فقط 5% توين 80) في أطباق بتري معقمة وتركت حتى تتصلب. وبعد ذلك تم عدوى الأطباق بالفطر المدروس وذلك بوضع قرص 5 ملم من المشيجة الفطرية، وبمعدل ثلاثة أطباق لكل تركيز (مكررات)، وحضنت الأطباق على درجة حرارة 24 ± 2 درجة مئوية لمدة 7 أيام. تم قياس المستعمرات وذلك بقياس قطرين للمستعمرة متعامدين وأُخذ المتوسط. استخرجت نسبة تثبيط نمو المشيجة وفقاً للمعادلة التالية:

$$\text{تثبيط نمو الميسليوم \%} = \frac{\text{قطر المستعمرة في الشاهد} - \text{قطر المستعمرة في المعاملة}}{\text{قطر المستعمرة في الشاهد}} \times 100$$

التحليل الإحصائي:

التحليل الإحصائي: تم تحليل النتائج باستخدام برنامج التحليل الإحصائي SPSS. 20، حيث استخدم التصميم العشوائي التام Completely Randomized Design . وقدرت قيم LSD بمستوى معنوية 0.01.

النتائج والمناقشة:

أولاً: تأثير الزيوت الطيارة لأوراق نباتات المردقوش والخزامى وإكليل الجبل وناتج تحميلها على جسيمات السليكا النانوية في تثبيط نمو مشيجة الفطر B. cinerea على المستنبت المغذي المُسمم:PDA:

تظهر النتائج في الجدول (1) تفوق معنوي للزيوت الطيارة لأوراق المردقوش والخزامى وأكليل الجبل المحملة على جسيمات السليكون النانوية في تثبيط نمو الفطر B. Cinerea في المستنبت المغذي مقارنة مع الزيوت الطيارة منفردة للنباتات المدروسة. من جهة أخرى تفوق الزيت الطيار للمردقوش المحمل على جسيمات السليكا النانوية على باقي المعاملات في تثبيط نمو الفطر B. Cinerea في المستنبت المغذي مقارنة مع باقي المعاملات وعند جميع التراكيز المستخدمة. حيث بلغت نسب التثبيط للفطر 76.54 و88.15 و94.18 و100% عند التراكيز 300 و375 و450 و525 ppm على الترتيب. تلاه في ذلك الزيت الطيار لأوراق الخزامى مع جسيمات السليكون النانوية وبفروق معنوية مع باقي المعاملات وعند جميع التراكيز المستخدمة. حيث بلغت نسب التثبيط للفطر 77.19 و85.25 و91.24 و100 %عند التراكيز 375 و450 و525 وppm600 على الترتيب. بينما أعطى الزيت الطيار لأوراق إكليل الجبل مع جسيمات السليكون النانوية نسب تثبيط عالية من 78.25 و 85.50 و 96.35% عند التركيز 450 و525 وppm600 على الترتيب. بالمقابل أعطت الزيوت الطيارة منفردة لنباتات المردقوش والخزامى فاعلية أعلى من الزيت الطيار لإكليل الجبل دون فروق معنوية بين المعاملتين(عند جمي التراكيز). حيث بلغت نسب التثبيط لمشيجة الفطر (71.25 و69.48%) و(83.15 و 80.74%) و (100 و94.58%) لكل من المردقوش والخزامى عند التراكيز 450 و525

و600ppm على الترتيب. وقد تباين تأثير الزيوت النباتية وفقاً للنوع النباتي والتركيز المستخدم . فقد زاد تأثير الزيوت الطيارة للنباتات المدروسة بزيادة التركيز، وبفروق معنوية بين التراكيز في معظم المعاملات.

الجدول رقم (1): تأثير الزيوت الطيارة لأوراق نباتات المردقوش والخزامى وإكليل الجبل والزيوت الطيارة المحملة على جسيمات السليكا النانوية في تثبيط نمو مشيجة الفطر B. cinerea على المستنبت المغذي المُسمم :PDA

التركيز ppm	النسبة المئوية للتثبيط						
	SiO2+ مردقوش	مردقوش	SiO2+خزامى	خزامى	SiO2+ اكليل الجبل	اكليل الجبل	L.S.D 0.01
75	37.56	13.25	32.15	11.25	25.15	7.58	3.15
150	49.25	17.25	40.58	15.23	33.25	12.25	2.56
225	65.23	28.45	53.97	24.57	41.28	18.25	4.17
300	76.54	36.25	68.56	33.25	54.13	27.15	4.89
375	88.15	54.87	77.19	51.32	69.18	39.12	7.25
450	94.18	71.25	85.25	69.48	78.25	55.12	5.78
525	100	83.15	91.24	80.47	85.50	64.25	8.56
600	100	100	100	91.58	96.35	75.12	8.97
L.S.D 0.01	7.58	5.87	6.45	8.97	6.89	4.82	-

نسبة التثبيط بالشاهد 0%

ثانياً: تأثير مستخلصات الهكسان الزيتي لأوراق نباتات المردقوش والخزامى وإكليل الجبل والمستخلصات الزيتية المحملة على جسيمات السليكا النانوية في تثبيط نمو مشيجة الفطر B. cinerea على المستنبت المغذي المُسمم PDA:

– تظهر النتائج في الجدول (2) أنّ مستخلصات الهكسان الزيتي المحملة على جسيمات السيليكا النانوية أعطت أعلى فاعلية وبفروق معنوية مقارنة مع المستخلصات الهكسان الزيتي للنباتات المختبرة منفردة في تثبيط نمو الفطر B. cinerea في المستنبت المغذي. فقد أعطت مستخلصات الهكسان الزيتي المحملة على جسيمات السليكا النانوية تثبيط نمو مشيجة الفطر أعلى من 50% عند التركيزين 600 و800 ppm لكل من مستخلص المردقوش ومستخلصي الخزامى وإكليل الجبل على الترتيب. إضافة إلى أنّ مستخلص الهكسان الزيتي للمردقوش المحمل على السليكا النانوية أعطى أعلى فاعلية وبفروق معنوية مقارنة مع باقي المعاملات وعند جميع التراكيز. حيث أعطى تثبيط 100% لنمو مشيجة الفطر B. cinerea عند التركيز 1400ppm. تلاه في ذلك مستخلص الهكسان الزيتي للخزامى المحملة على سليكات النانوية ، حيث أعطى نسبة تثبيط لمشيجة الفطر87.59% عند التركيز الأعظمي. بالمقابل أعطى مستخلص إكليل الجبل المحمل على جسيمات السليكا النانوية عند التركيز الأعظمي نسبة تثبيط 75.26%. وأعطى مستخلصي المردقوش والخزامى فاعلية متوسطة ومتدرجة لتثبيط مشيجة الفطر B. cinerea في الوسط المغذي دون فروق معنوية بين المعاملتين. في حين أعطى مستخلص الهكسان الزيتي لإكليل الجبل أقل فاعلية في تثبيط نمو الفطر وبفروق معنوية مع باقي المعاملات. حيث لم تعط المستخلصات النباتية المختبرة نسب تثبيط لمشيجة الفطر B. cinerea أعلى من 50% إلا عند التركيز 1200 ppm فقد بلغت نسب التثبيط لمشيجة الفطر في الوسط المغذي عند التركيز 1400

ppm(التركيز الأعظمي) 74.12 و72.37 و 61.28% لكل من مستخلصات الهكسان الزيتي للمردقوش والخزامى وأكليل الجبل على الترتيب. وقد تباين تأثير المستخلصات النباتية وفقاً للنوع النباتي والتركيز المستخدم . فقد زاد تأثير مستخلصات الهكسان الزيتي المدروسة بزيادة التركيز، وبفروق معنوية بين التراكيز

الجدول رقم(2): تأثير مستخلصات الهكسان الزيتي لأوراق نباتات المردقوش والخزامى وإكليل الجبل والمستخلصات الزيتية المحملة على جسيمات السليكا النانوية في تثبيط نمو مشيجة الفطر B. cinerea على المستنبت المغذي المُسمم :PDA

التركيز Ppm	النسبة المئوية للتثبيط						
	SiO2+ مردقوش	مردقوش	SiO2+خزامى	خزامى	SiO2+ اكليل الجبل	اكليل الجبل	L.S.D 0.01
100	23.18	6.23	17.25	5.89	8.25	4.23	2.15
200	28.12	14.58	22.75	12.45	15.48	9.52	3.84
400	41.25	18.56	36.25	17.23	25.36	12.23	2.16
600	53.96	22.36	45.26	20.50	41.12	17.25	3.54
800	69.14	31.57	58.47	29.76	52.34	25.50	3.86
1000	81.14	44.50	70.25	42.32	65.23	37.25	4.49
1200	92.50	59.45	79.25	56.25	69.47	50.12	5.21
1400	100	74.12	87.59	72.37	75.26	61.28	2.92
L.S.D 0.01	4.25	3.87	4.95	4.16	3.98	4.52	–

نسبة التثبيط بالشاهد 0%

المناقشة:

بدأ حديثا استخدام الزيوت الطيارة والمستخلصات النباتية في مكافحة ممرضات النبات. إضافة لذلك استخدام المركبات النانوية مثل نترات الفضة وأكاسيد النحاس والزنك والسليكا في مكافحة الآفات، ويعد تحميل الزيوت الطيارة والمستخلصات النباتية على جسيمات السليكا النانوية (SiO_2) مهمة بالمكافحة للتخلص من مشكلة قصر ثباتية الزيوت والمستخلصات النباتية على النباتات المعاملة ولزيادة كفاءتها وتخفيض كمية المستخلصات أو الزيوت المستخدمة بالمكافحة كون المركبات النانوية تمتلك أسطح كبيرة (أحجام صغيرة نتيجة تحولها لجزيئات نانوية فيكون مجموع أسطحها كبير جداً ويفوق بكثير مجموع أسطحها قبل تحويلها إلى نانوية وبالتالي تزداد فعاليتها بزيادة سطح التحميل من المواد الفعالة (مستخلصات) وتالياً زيادة تركيز المواد الفعالة القادرة على اختراق خلايا العامل الممرض) وبالتالي تنتشر على أسطح النبات بشكل كبير وتخترق جدر المسببات المرضية وتحدث تغير بالتركيب الكيميائي بالسيتوبلازم والجدار الخلوي وبالتالي موت الفطر. وجد أنّ الزيوت الطيارة ومستخلصات الهكسان الزيتية لأوراق المردقوش والخزامى وإكليل الجبل منفردة أو المحملة على جسيمات السليكا النانوية (SiO_2) أعطت تثبيط في نمو مشيجة الفطر B. cinerea طردياً بزيادة التركيز. يمكن تفسير النتائج بزيادة تركيز المواد المذابة الفعّالة في المستخلص بزيادة التركيز(Wilson وآخرون (1997). وهذا يتوافق مع Soliman و Badeaa (2002) وهو أنّ فاعلية الزيوت الطيارة المستخلصة من النباتات الطبية تزداد مع زيادة تركيز الزيت وذلك يعود لزيادة تركيز المواد الفعالة (P-Cymene و γ– terpinene و thymol). أثبت Kocić-Tanackov وزملاؤه (2012) أن زيادة التربينات في الزيت الطيار للمردقوش تؤدي لزيادة فاعليتها في تثبيط نمو

الفطـور. كمـا وجـد Basilico و Basilico (1999) أن زيـت المردقـوش عنـد التركيـز 1000ppm ثـبط كليـاً نمـو الفطر Aspergillus ochraceus. وتعود فاعلية الزيوت الطيارة والمستخلصات النباتية إلى تغير بالتركيب الكيميائي للجدر الخلوية وتغير النفاذية للجدار مما يسمح بخروج المواد من الخلية وبالتالي موت الخلية الفطرية. أثبت (Carson وآخرون ،2002) أنّ التراكيز المنخفضة للزيوت العطرية تغير في التركيب الكيميائي ونفاذية الجدر الخلوية الفطرية وتثبط التنفس، في حين أنّ التراكيز العالية تسبب ضرراً بالغاً بالجدار الخلوي وتؤدي لموت الخلية الفطرية. فقد أثبتLucini وآخرون (2006) أن تثبيط نمو المشيجة الفطرية يعود لوجود مركبات التربينات الأحادية في الزيوت العطرية إذ تزيد من تركيز أكاسيد الليبيدات (lipid peroxides) مثل : Hydroxyl و Alkoxyl و Alkoperoxy مما يؤدي لتدمير الخلية الفطرية. وقد وجد كثير من الباحثين أنّ الزيوت الطيارة للمردقوش والخزامى وإكليل الجبل لها فاعلية متباينة في تثبيط نمو فطر B. cinerea في الوسط المغذي Abou-Jawdah et al. (2004);, Gyung et al. (2004); Tegegne and Pretorius (2007);.

وتعزى فاعلية الزيوت الطيارة لنباتات العائلة الشفوية على الفطريات لغناها بالتربينات الأحادية والفينولات (Al- naser and Al-Abrass. 2014). فهي تعمل على تغير قي شكل الجدار الخلوي وتتداخل بتفاعلات الانزيمات التي تصنع الجدر الخلوية في الخلية الفطرية وبالتالي تعيق نمو الفطريات (Sharma and Tripathi 2008) ومن أهم المواد المركب الفينولي eugenol والمركبات التربينية (eucalyptol) 1,8-cineole و terpinen-4-ol و carvone و thymol (موجود بتراكيز عالية في المردقوش لذلك يمكن تفسير نتائج تفوقه لوجود هذه المادة) التي لها تضاد فطري قوي (Moghaddam and Mehdizadeh 2016 و وآخرون Tripathi ، 2012). وأشار Wangوآخرون (2010) أن المركب الفينولي Eugenol قد خفض مشيجة الفطر B. cinerea بالتأثير على بنية الجدار الخلوي وتشويه الشكل المورفولجي لهيفات الفطر وزيادة كثافة السيتوبلازم وسماكة جدر الفجوات داخل الخلية الفطرية. كما وجد Camele وزملاؤه (2012) أن المركبان Carvacrol و Thymol, وهي مكونات أساسية في نباتات العائلة الشفوية ثبطا نمو مشيجة فطر Botrytis cinerea بشكل تام عند التركيز 250 ppm. وقد تفسر فاعلية مستخلصات الهكسان للنباتات إلى وجود الزيوت العضوية فقد ذكر العديد من الباحثين فاعلية الحموض العضوية مثل Linoleic acid و Linolenic acid و Oleic acid في المستخلصات النباتية في تثبيط نمو العديد من الفطريات (Bashyal and Poudell,1991 و Walters وزملاؤه (2004) والناصر وزملاؤه، 2013). وتتوافق النتائج مع Martos وزملاؤه (2007) أنّ زيت المردقوش مثبط قوي لنمو الفطريات التابعة للجنس Aspergillus مقارنة بالزيوت الطيارة لكلٍ من إكليل الجبل والمريمية والزعتر المزروع. ومع Lopez-Reyes وزملاؤه (2010) أن الزيوت النباتية من العائلة الشفوية مثل الزعتر والمردقوش لها فاعلية في تثبيط نمو الفطريات التي تسبب أعفان ما بعد الحصاد (B. cinerea و Penicillium expansum). وقد أعطت الزيوت الطيارة المختبرة والمحملة على جسيمات النانو فاعلية أعلى من الزيوت الطيارة منفردة في تثبيط نمو مشيجة الفطر B. cinerea. يمكن تفسير الفاعلية العالية للزيوت النباتية والمستخلصات النباتية المحملة على جسيمات السليكا النانوية مقارنة بالزيوت الطيارة والمستخلصات منفردة لزيادة الاستحلاب وإعطاء لزوجة مناسبة وثباتية عالية للزيوت الطيارة (Mandal and Bera،2012). إضافةً إلى أنّ صغر جزيئات السليكا يزيد استقرار قطرات الزيت وزيادة نصف عمر المادة الفعالة وسهولة الوصول إلى المكان المستهدف في الفطر (Mason وآخرون،2006 و Sarany وآخرون، 2012). ونتائجنا تتوافق مع Yousef وآخرون 2019 حيث وجد أنّ الزيوت الطيارة للقرفة النانوية كانت أكثر فاعلية من الزيوت الطيارة للقرفة منفردة بتثبيط نمو فطر

B. cinerea . وتعود الفاعلية العالية للزيوت والمستخلصات النباتية المحملة على جزيئات السليكون إلى عنصر السليكون النانوي كونه مثبط قوي لإنبات أبواغ ونمو الفطريات (Liu et al. 2010 وآخرون 2010). وذكر Suriyaprabha et al. 2013 فاعلية السليكون النانوي على الفطرين Fusarium oxysporum وAspergillus niger . قد يعود التأثير إلى ارتباط الجسيمات النانوية بمجموعة السلفوهدرين (SH) مما يقود لتخرب البروتينات وبالتالي موت خلايا الفطر Rai وآخرون2018. وجد Sattary وآخرون 2020 أن الزيوت الطيارة لنباتي حشيشة الليمون والقرنفل منفردة ونواتج تحميلها مع السليكا أعطى فاعلية عالية في تثبيط الفطر المسبب لمرض الموت الكلي للقمح (Gaeumannomyces graminis var. tritici) وكانت الزيوت الطيارة المحملة على السليكا أكثر ثباتية وفاعلية من الزيوت الطيارة المختبرة منفردة .

الاستنتاجات والتوصيات:

- الزيوت الطيارة لأوراق المردقوش والخزامى لها فاعلية عالية في تثبيط نمو مشيجة الفطر B. cinerea في الوسط المغذي.
- مستخلصات الهكسان الزيتية لأوراق المردقوش والخزامى وإكليل الجبل لها فاعلية متوسطة في تثبيط نمو مشيجة الفطر B. cinerea في الوسط المغذي.
- استخدام الزيوت الطيارة ومستخلصات الهكسان الزيتية لأوراق المردقوش والخزامى وإكليل الجبل المحملة على جسيمات أكسيد السليكون النانوية أعطت فاعلية كبيرة في تثبيط نمو مشيجة الفطر B. cinerea في الوسط المغذي وخفضت التراكيز التي أدت لتثبيط تام للفطر.
- نوصي بإجراء تجارب على صفات الزيوت والمستخلصات النباتية المحملة على جسيمات السيليكا النانوية.
- دراسة فاعلية الزيوت والمستخلصات النباتية المحملة على جسيمات السيليكا النانوية في ظروف المخزن والحقل.

التمويل: هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم الممول (501100020595)

References:

1. جلب، أدهم .2008 الظروف المينيورولوجية وإنتاجية العنب Vitis vinifera. L في سورية. مجلة حامعة تشرين للبحوث الزراعية والدراسات العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية، المجلد(30) العدد (2) ص 12−25.
2. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2019 . الجمهورية العربية السورية وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي مديرية الإحصاء والتخطيط، قسم الإحصاء. سورية .
3. الناصر، زكريا وباسل إبراهيم وأحمد فلاح . 2013. تحليل زيت بذور وأزهار الأزدرخت Melia azedaracht L. وتقييم كفاءتها في تثبيط نمو الفطريات على الوسط المغذي. مقبول للنشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية.
4. Abou-Jawdah, Y., R. Wardan, H. Sobh and A. Salameh, A. 2004. Antifungal activities of extracts from selected Lebanese wild plants against plant pathogenic fungi. Phytopathologia Mediterranea 43, 377–386.
5. Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. fifth Edition. New York, USA. : 948
6. Agudelo-Romero, P., A. Erban, C. Rego, P. C. Bejerano, T. Nascimento, L. Sousa, J.M. Martínez-Zapater, J. Kopka and A.M. Fortes. 2015. "Transcriptome and Metabolome Reprogramming in Vitis vinifera Cv. Trincadeira Berries upon Infection with Botrytis Cinerea." Journal of Experimental Botany, 66:1769–85.
7. Al- naser, Z. and N. Al-Abrass. 2014. Chemical composition and fungitoxic activities of Lavandula officinalis L. oil and comparison with synthetic fungicide on the growth some fungi in vitro. International Journal of ChemTech Research. Vol.6, No.11, pp 4918-4926.
8. Barnett, H. L. and Barry B. Hunter. 1987. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth Edition. New York.
9. Bashyal, B.P. and Poudel, G. 1991. Chern. Lett., 10: 25.
10. C. Chervin, J. Aked, C.H. Crisosto, GRAPES, in: D. Rees, G. Farrell, J. Orchard (Eds.), Crop Post-Harvest: Science and Technology, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK 2012, pp. 187–211.
11. Camele, I, L. Altieri, L. De Martino, V. De Feo, E. Mancini and G.L. Rana. 2012. In vitro control of post-harvest fruit rot fungi by some plant essential oils components. Int J Mol Sci 13:, 2290-2300.
12. Carmen, I.U., P. Chithra, Q. Huang, P. Takhistov, S. Liu, J. L. Kokini. 2003. 'Nanotechnology: a new frontier in food science', Food Technol., 57, pp. 24–29
13. Carson, C.F., B. J.Mee and T. V. Riley. 2002. Mechanism of action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. Antimicrobial Agents and Chemotherapy. 46:1914-1920.
14. Chang, Y., L. McLandsborough, and D. J. McClements. 2012. Physical properties and antimicrobial efficacy of thyme oil nanoemulsions: Influence of ripening inhibitors. Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 60, no. 48, pp. 12056–12063.
15. Chen, X.M., Li, Z.H., Tao, S.H., Chen, Y.F., Chen, Z.H., and L.B. Guo. 2018. Effect of FPZ, a Total Flavonoids Ointment Topical Application from Pouzolzia zeylanica Var. Microphylla, on Mice Skin Infections. Revista Brasileira de Farmacognosia 28, 732–737.

16. Coertze, S, G. Holz, A. Sadie. 2001. Germination and establishment of infection on grape berries by single airborne conidia of Botrytis cinerea. Plant Dis. 85:668-677.
17. Cullino,. M.L, Bertit, D., Monchier,O.and Garblid, A. Sensitivity to anilinopyrimidine and phenylpyrroles in Botrytis cinerea in northern Italy, Phytopathologica mediterranea, Vol 39. no3, 2001, 433-446.
18. Dagostin, S, T. Formolo and O. Giovannini (2010) Salvia officinalis extract can protect grapevine against Plasmopara viticola. Plant Dis., Vol. 95, 5: 575-580.
19. Darriet, P., Bouchilloux, P., Poupot, C., Bugaret, Y., Clerjeau, M., Sauris, P., Medina, B. and D. Dubourdieu. 2001. Effects of copper fungicide spraying on volatile thiols of the varietal aroma of Sauvignon blanc, Cabernet Sauvignon and Merlot wines. Vitis 40, 93–99.
20. Dean, R., J.A. Van Kan, Z.A. Pretorius, K.E. Hammond-Kosack, A. Di Pietro, P.D. Spanu, J.J. Rudd, M. Dickman, R. Kahmann, J. Ellis, G.D. Foster, The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology, Mol. Plant Pathol. 13 (2012) 414–430.
21. Donsi, F., M. Annuanziata, M. Sessa, and G. Ferrari. 2011. Nanoencapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods. LWT – Food Science and Technology. vol. 44, no. 9, pp. 1908–1914.
22. Elad, Y, B. Williamson, P. Tudzynski, N. Delen. 2007. Botrytis spp. and diseases they cause in agricultural systems - An introduction. Botrytis: Biology, Pathology and Control. Netherlands, Springer. pp. 1-8.
23. Elmer, P.A.G. and T.J. Michailides 2004. Epidemiology of Botrytis cinerea in orchard and vine crops. In: Botrytis: Biology, pathology and control. Eds. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen (Kluwer Academic Publishers: Netherlands) pp. 243–272.
24. Epstein, E.2001.: 'Silicon in plants: facts vs. concepts', in Dantoff, L.E., Snyder, G.H., Korndoper, G.H. (eds.): 'Silicon in agriculture'. (Elsevier Science, Amsterdam, pp. 1–15
25. Falck R. 1907. Walchstumesetze, Wachstumtaktoren und temperature wertter Holzerstercn-den. Mycelien. 1 :153-154.
26. Farquhar, S.A., Goff, N.M., Shadbeh, N., Samples, J., Ventura, S., Sanchez, V., Rao, P. and S. Davis. 2009. Occupational health and safety status of indigenous and Latino farmworkers in Oregon. Journal of Agricultural Safety and Health 15, 89–102.
27. Farzaneh, M., H. Ranjbar, J. Hadian and M.H. Mirjalili. 2007. Biological control of some postharvest diseases of strawberry fruit by essential oils. 59th international symposium on crop protection. Belgium, pp. 273.
28. Fichhof, W.H., R. Silva, de A., L.S. de Oliveira, R.M. da Silva. 2018. Management of Biostimulant and Silicon in mineral nutrition and quality of cotton fiber. J. Agric. Sci. 10.
29. Frezza, C., Venditti, A., Toniolo, C., De Vita, D., Franceschin, M., A .Ventrone. 2020. Nor-Lignans: Occurrence in Plants and Biological Activities-AReview. Molecules 25, 197.
30. Garibo, D., Borbón-Nuñez, H. A., de León, J. N. D., García Mendoza, E., Estrada, I., Y. Toledano-Magaña. 2020. Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Lysiloma Acapulcensis Exhibit High-Antimicrobial Activity. Sci. Rep. 10, 12805–12811.
31. Gyung, J.C., Kyoung, S.J., Jin-Seok, K., Seon-Woo, L., Jun Young, C., Kwang, Y.C. and K. Jin-Cheol, K. 2004. In vivo antifungal activities of 57 plant extracts against six plant pathogenic fungi. Plant Pathology Journal 20, 184–191.

32. Handa, S. S. 2005. Traditional and Modern methods of extraction of essential oils from aromatic plants. Presentation at the training course on cultivation, post-harvesting and processing technologies of medicinal and aromatic plants in developing countries. ICS-UNIDO organized at Bomako, Mali (West Africa), 25-29 July 2005
33. Hossain, M. S., M. S. Rahman, A. R. Imon, S. Zaman, A.B.A. Siddiky, M. Mondal. 2017. Ethnopharmacological Investigations ofMethanolic Extract of Pouzolzia Zeylanica (L.) Benn. Clin. Phytoscience 2, 1–10.
34. Index Fungorum. CABI Bioscience Databases. 2004. www.indexfungorum.org.
35. Jackson, R.S. 2008. Vineyard practice: Disease, pest and weed control. In: Wine Science: Principles and Applications. (Academic Press: London) pp. 175–212.
36. Jing, C., J. Gou, X. Han, Q. Wu, C. Zhang. 2017. In vitro and in vivo activities of eugenol against tobacco black shank caused by Phytophthora nicotianae. Pestic. Biochem. Physiol. 142, 148–154.
37. Kanugala, S., S. Jinka, N. Puvvada, R. Banerjee, C. G. Kumar. 2019. Phenazine-1-carboxamide functionalized mesoporous silica nanoparticles as antimicrobial coatings on silicone urethral catheters. Sci. Rep. 9, 6198.
38. Karimiyan, A. H. Najafzadeh, M. Ghorbanpour and S. H. H.Oghaddam.2015. Antifungal Effect of Magnesium Oxide, Zinc Oxide, Silicon Oxide and Copper Oxide Nanoparticles Against Candida albicans. Zahedan J. Res. Med. Sci. 17(10): 2179.
39. Kingston, K.B., Powell, K.S. and Cooper, P.D. (2009) Grape phylloxera: new investigations into the biology of an old grape vine pest. Acta Horticulturae 816, 63–70.
40. Leroux, P. 2004. Chemical control of Botrytis and its resistance to chemical fungicides. In: Botrytis: Biology, pathology and control. Eds. Y. Elad, B. Williamson, P. Tudzynski and N. Delen (Kluwer Academic: Dordrecht, The Netherlands) pp. 195–222.
41. Li, Z, J. Chen , F. Liu , A. Liu, Q. Wang, H. Sun, L. Wen. 2007. Study of UV-shielding properties of novel porous hollow silica nanoparticle carriers for avermectin. Pest Manag Sci Former Pestic Sci 63:241–246.
42. Liu, J, Y. Zong , G. Qin , B. Li , S. Tian. 2010. Plasma membrane damage contributes to antifungal activity of silicon against Penicillium digitatum. Curr Microbiol 61:274–279.
43. Lucini, E.I., M.P. Zunino, M. L. Lopez and J. A. Zygadlo. 2006. Effect of monoterpenes on lipid composition and sclerotial development of Sclerotium cepivorum Berk. Journal of Phytopathology. 154:441–446.
44. Lyr, H. 1987. Modern Selective Fungicides, ed. H. Lyr. Longmans, Harlow John Wiley, New York: 383 p.
45. Ma, S., Y. Hu, L. Shu, J. Sun, M. Irfan, L.J. Chen and L. Zhang. 2018. Isolation, identification and the biological characterization of Botrytis cinerea. Int. J. Agric. Biol., 20: 1033–1040
46. Mandal, A. and A. Bera. 2012. Surfactant stabilized Nanoemulsion: Characterization and application in enhanced oil recovery. International Journal of Chemical and Molecular Engineering, vol. 6, no. 7, pp. 21–26.
47. Mann.P.J . 2004. The Pesticide Manual . 3th ed. Database Right © 2004 BCPC (British Crop Protection Council.

48. Mansoor S, Zahoor I, Baba TR, Padder SA, Bhat ZA, Koul, A.M. and L. Jiang . 2021. Fabrication of Silver Nanoparticles Against Fungal Pathogens. Front. Nanotechnol. 3:67,9358.
49. Mason T.G., J.N. Wilking, K. Meleson, C.B. Chang and S. Graves. 2006. Nanoemulsions: formation, structure and physical properties. Journal of Physics Condensed Matter, 2006, vol. 18, no. 41, pp. 635–666.
50. Meri, R.M., J. Zicans, T. Ivanova, R. Berzina, R. Saldabola, R. Maksimovs. 2015. The effect of introduction of montmorillonite clay (MMT) on the elastic properties of polycarbonate (PC) composition with acrylonitrile-butadiene styrene (ABS), Compos. Struct. 134, 950–956.
51. Miclea, R.V, C.E. Puia. 2012. In vitro studies regarding the biology and the biological control of some Botrytis cinerea Pers. isolates. Bull Univ Agric Sci Vet Med Cluj-Napoca Agric., 69(1):300–301
52. Moghaddam, M., L. Mehdizadeh. 2016. Essential oil and antifungal therapy. In: Basak A et al (eds) Recent trends in antifungal agents and antifungal therapy. Springer India, New Delhi, pp 29–74.
53. Mullins, M.G., Bouquet, A. and L. E.Williams. 1992. Biology of the grapevine. (Cambridge University Press: Cambridge, New York).
54. Patel, B.H., P.N. Patel. 2014 . Synthesis and Characterization of Silica Nano-Particles by Acid Leaching Technique. Research Journal of Chemical Sciences. Vol. 4(5) , pp 52-55 .
55. Perestrelo, R., C. Silva, P. Silva and J.S. Câmara. 2018. "Unraveling Vitis Vinifera L. Grape Maturity Markers Based on Integration of Terpenic Pattern and Chemometric Methods." Microchemical Journal. 142:367–76.
56. Plotto, A., D. D. Roberts and R. G. Roberts. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (Lycopersicon esculentum). Acta Horticulturae 628, 737–745.
57. Rai, M., A.P. Ingle, P. Paralikar, N. Anasane, R. Gade and P. Ingle. 2018. Effective management of soft rot of ginger caused by Pythium spp. and Fusarium spp.: emerging role of nanotechnology. Applied Microbiology and Biotechnology, 102: 6827–6839. https://doi.org/10.1007/s00253-018-9145-8
58. Rao, P.V. and S.H. Gan. 2015. Recent advances in nanotechnology-based diagnosis and treatments of diabetes. Current Drug Metabolism, 16: 371-375.
59. Rathore, H.S. and A. A. Khan. 2000. Fungicide and herbicide residue in water. In: Handbook of water analysis. Eds. L. Nollet (CRC Press: New York, USA) pp. 609–655.
60. Sattary, M. J. Amini, R. Hallaj. 2020 Antifungal activity of the lemongrass and clove oil encapsulated in mesoporous silica nanoparticles against wheat's take-all disease. Pesticide Biochemistry and Physiology.170. 104696
61. Sharma, N, A. Tripathi. 2008. Effects of Citrus sinensis (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of Aspergillus niger (L.) Van Tieghem. Microbiol Res 163:337–344.
62. Sharma, S., S. Jaiswal, B. Duffy, A.K. Jaiswal. 2019. Nanostructured materials for food applications: spectroscopy, microscopy and physical properties, Bioengin 6, 26.

63. Shi, S.Y., W. Wang, L.Q. Liu, S.J. Wu, Y.Z. Wei, W.C. Li. 2013. Effect of chitosan/nanosilica coating on the physicochemical characteristics of longan fruit under ambient temperature, J. Food Eng. 118, 125–131.
64. Singh, P., Y.-J. Kim, D. Zhang and D.-C. Yang. 2016. Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms. Trends in biotechnology, 34: 588–599.
65. Solinam, K. M. and R. I. Badeaa. 2002. Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. Food Chem Toxicol 40:1669–1675.
66. Sun, T., C.L.Wu, H. Hao, Y. Dai, J.R. Li. 2016. Preparation and preservation properties of the chitosan coatings modified with the in situ synthesized nano SiOx, Food Hydrocoll. 54 , 130–138.
67. Suriyaprabha, R., G. Karunakaran, K. Kavitha, R. Yuvakkumar, V. Rajendran, N. Kannan. 2013. Application of silica nanoparticles in maize to enhance fungal resistance. IETN. anobiotechnology, 8: 133–137.
68. Tegegne, G. and J.C. Pretorius. 2007. In vitro and in vivo antifungal activity of crude extracts and powdered dry material from Ethiopian wild plants against economically important plant pathogens. BioControl 52, 877–888.
69. Tripathi, D.K., V. P. Singh, P. Ahmad, D. K. Chauhan, S. M. Prasad. 2016. Silicon and Nanotechnology: Role in Agriculture and Future Perspectives. In: Silicon in Plants: Advances and Future Prospects (1st ed.). CRC Press, pp101-116.
70. Walters, D, L. Raynor , A. Mitchell, R. Walker, K. Walker. 2004. Antifungal activities of four fatty acids against plant pathogenic fungi. Mycopathologia.;157:P. 87-90.
71. Wang, C., J. Zhang, H. Chen, Y. Fan, Z. Shi. 2010. Antifungal activity of eugenol against Botrytis cinerea. Trop Plant Pathol 35:137–143.
72. Wang, M., L. Gao, S. Dong,Y. Sun, Q. Shen, S. Guo, 2017. Role of silicon on plant–-pathogen interactions. Front. Plant Sci. 8, 701.
73. Wilson, C. L., J.M. Solar, A. El Ghaouth, and M.E. Wisniewski. 1997. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against Botrytis cinerea. Plant Disease 81, 204–210.
74. Young, S. 2008. New Zealand Agrichemical manual (Agri Media Ltd: Christchurch, New Zealand).
75. Yousef , N., M. Niloufar, P. Elena . 2019. Antipathogenic effects of emulsion and nanoemulsion of cinnamon essential oil against Rhizopus rot and grey mold on strawberry fruits. Foods and Raw Materials, 7: 210–216.
76. Zhang, X. F., Z.G.Liu, W. Shen, S. Gurunathan. 2016. Silver nanoparticles: Synthesis, Characterization, Properties, Applications, and Therapeutic Approaches. International Journal of Molecular Sciences 17(9):1534.
77. Sattary, M. J. Amini, R. Hallaj. 2020 Antifungal activity of the lemongrass and clove oil encapsulated in mesoporous silica nanoparticles against wheat's take-all disease. Pesticide Biochemistry and Physiology.170. 104696