تأثير خلات حمض الصفصاف في إنبات أبواغ بعض الفطور الممرضة للنبات، وتقدير كفاءته في مكافحة مرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم المتسبب عن الفطر *Cladosporium fulvum* Cooke. تحت ظروف البيت الزجاجي

لينا المطرود، رغدة البغدادي، صفية المصري عرفة، عبد اللطيف الغزاوي، صلاح الشعبي وتيسير أبو الفضل

الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، إدارة بحوث وقاية النبات، ص.ب. 12573، دمشق، سورية،

البريد الإلكتروني: salahshaabi@hotmail.com

الملخص

المطرود، لينا، رغدة البغدادي، صفية المصري عرفة، عبد اللطيف الغزاوي، صلاح الشعبي وتيسير أبو الفضل. 2017. تأثير خلات حمض الصفصاف في إنبات أبواغ بعض الفطور الممرضة للنبات، وتقدير كفاءته في مكافحة مرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم المتسبب عن الفطر *Cladosporium fulvum* Cooke. تحت ظروف البيت الزجاجي. مجلة وقاية النبات العربية، 35(1): 16-26.

بينت نتائج تقويم كفاءة سبعة تراكيز (0.003، 0.03، 0.3، 1.5، 3، 8 و10 مغ مادة فعالة/مل) من مركب خلات حمض الصفصاف (ASA)، ومدد تعرض متباينة (30 دقيقة، 24 ساعة، 48 ساعة و6 أيام)، في النمو القطري لبعض الفطور الممرضة للنبات على مستنبت البطاطا-دكستروز-آجار (PDA) تحت ظروف المختبر، في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدمشق، أن نمو غزل الفطور المختبرة التالية: *F. oxysporum* f. sp. *niveum* (مسبب ذبول البطيخ الأحمر/الحبحب)، *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (مسبب ذبول البطيخ الأصفر/الشمام)، *R. solani* (مسبب تعفن جذور وقواعد سوق الفليفلة/الفلفل) و*V. dahliae* (مسبب ذبول أشجار الزيتون) قد ثبط كلياً نتيجة معاملة أبواغها/أو أقراص آجار غزل الفطر *R. solani* المستخدمة في الزرع، كل على حدةٍ، بالمحلول المائي لخلات حمض الصفصاف بتركيز 1.5 مغ/مل أو أكثر، ولمدة 30 دقيقة على الأقل. وتطلب تثبيط نمو الفطر *A. solani* (مسبب اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس) على المستنبت ذاته معاملة أبواغه بتركيز 3 مغ/مل على الأقل، لمدة 30 دقيقة على الأقل، أو بتركيز 1.5 مغ/مل لمدة 24 ساعة على الأقل. كما ثبط كلياً نمو الفطر *C. fulvum* (مسبب تعفن أوراق البندورة/الطماطم) على المستنبت نفسه لدى معاملة أبواغه بتركيز 3 مغ/مل لمدة 24 ساعة على الأقل، أو بتركيز 1.5 مغ/مل، ولكن لمدة 6 أيام. وكانت أبواغ الفطر *V. dahliae* قد فقدت قدرتها على الإنبات كلياً لدى معاملتها بخلات حمض الصفصاف بتركيز 0.3 مغ/مل على الأقل، لمدة 24.5 ساعة. وتطلب التثبيط الكلي لإنبات أبواغ الفطور: *F. oxysporum* f. sp. *niveum*، *F. oxysporum* f. sp. *melonis* و*A. solani* معاملتها بتركيز 1.5 مغ/مل على الأقل، وللمدة ذاتها، بينما تطلب تثبيط إنبات أبواغ الفطر *C. fulvum* معاملتها بتركيز 3 مغ/مل على الأقل. وبلغت قيمة مؤشر شدة مرض تعفن الأوراق على نباتات البندورة/الطماطم "صنف ماجيك" (عالي القابلية للإصابة بالممرض) عند استخدام خلات حمض الصفصاف بتركيز 1.5 مغ/مل بالرش الوقائي (ثلاث رشات، بفاصل يوم واحد بين الرشة والأخرى، ثم إعداء النباتات بمعلّق الفطر الممرض في اليوم الرابع) 12.8%، و18.6% في حالة الرش العلاجي (رشت النباتات المعداة مسبقاً بالفطر الممرض بالمركب والتركيز نفسه عند بدء ظهور أعراض المرض) في تجربة البيت الزجاجي، بينما بلغت قيمة مؤشر شدة المرض في معاملة الشاهد المُعدى 44.5%، و21.2% في معاملة مبيد المقارنة الكيميائي/الموجه أمينوكتادين تريس. أكدت هذه النتائج إمكانية استخدام خلات حمض الصفصاف في برنامج المكافحة المتكاملة لمرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم في الزراعة المحمية.

كلمات مفتاحية: أمينوكتادين تريس، بندورة/طماطم، خلات حمض الصفصاف، *Alternaria solani*، *Cladosporium fulvum*، *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*، *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*، *Rhizoctonia solani* و *Verticillium dahlia*

المقدمة

استخدمت المبيدات الفطرية الصنعية خلال العقود الماضية بنجاح لمكافحة الأمراض النباتية، ولا تزال تستخدم في معظم الحالات (1، 4، 14، 22، 39). لا يمتلك الكثير من هذه المركبات الكيميائية كفاءة كافية للسيطرة على بعض الممرضات المهمة، لا سيما أنواع الجنسين *Fusarium* و*Verticillium* المسببة للذبول، فضلاً عن تراكمها في الأنسجة النباتية بصورة ضارة، وتأثيراتها السلبية في البيئة والصحة العامة (20). أدى الاستخدام المفرط للمبيدات الكيميائية لا سيما مركبات الدايثيوكارباميت إلى نشوء عزلات مقاومة من فطور *Alternaria*، *Fusarium* و*Rhizoctonia* إزاءها (11)، الأمر الذي سمح باعتماد مواد مكافحة حيوية أو طبيعية بديلة ذات فاعلية عالية

http://dx.doi.org/10.22268/AJPP-035.1.016026

© 2016 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

في مكافحة الفطور الممرضة المقاومة للمبيدات، وصديقة للبيئة، وغير ضارة بصحة الإنسان (2، 3، 27، 30)، وحث بعضها المقاومة الجهازية المكتسبة Systemic acquired resistance (SAR) عند النباتات (19، 30، 31، 36). وكانت كفاءة بعض المستخلصات النباتية عالية في مكافحة بعض الفطور الممرضة في المختبر و/أو في البيت الزجاجي و/أو في الحقل (6، 28، 29). استخدم مركبا خلات حمض الصفصاف (Acetylsalicylic acid = ASA) وحمض الصفصاف (Salicylic acid = SA) بديلاً عن المضادات الحيوية في مكافحة المسببات الممرضة للنباتات (9، 10، 15، 38)، ولاستحثاث المقاومة الجهازية المكتسبة فيها (12، 15، 26)، إضافة إلى تنشيط نمو النباتات وإنتاجها (18). اكتشف مركب الأسبرين (Aspirin) أو خلات حمض الصفصاف في أوراق الصفصاف الأبيض (*Salix alba* L.) عام 1763، وهو مركب كيميائي ذو حلقة عطرية يمتلك خواص طبية واسعة، يبلغ معدل انحلاله في الماء 1% عند 37 °س (37). هدف هذا البحث إلى اختبار كفاءة تراكيز مختلفة من مركب خلات حمض الصفصاف، ومدد تعرض متباينة، في تثبيط نمو غزل بعض الفطور الممرضة الشائعة التي تستوطن التربة، مثل: *Verticillium dahliae*، *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*، *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*، *Rhizoctonia solani*، وبعض الفطور التي تسبب تبقع الأوراق وتعفنها، مثل: *Alternaria solani* و *Cladosporium fulvum* على مستنبت بطاطا/بطاطس دكستروز آجار (PDA)، إضافة إلى بيان قدرة هذا المركب بالتراكيز السابقة في تثبيط إنبات أبواغ الفطور المذكورة أعلاه (باستثناء الفطر *R. solani*) على الشرائح الزجاجية خلال مدة تعرض ثابتة (24.5 ساعة) تحت ظروف المختبر. كما هدف هذا البحث إلى تقدير كفاءة المركب السابق في مكافحة مرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم المتسبب عن الفطر *Cladosporium fulvum* مقارنة بالمبيد أمينوكتادين تريس تحت ظروف العدوى الاصطناعية في البيت الزجاجي.

مواد البحث وطرائقه

عزل الفطور الممرضة المختبرة والحصول على أبواغها

1) تم عزل الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* (E.F. Sm.) Snyd. & Hans. (عائلة Nectriaceae، رتبة Hypocreales، صف Sordariomycetes) من سوق نباتات البطيخ الأحمر المصابة بالذبول والتي جمعت من ريف منطقة القصير بحمص باستخدام مستنبت بطاطا دكستروز آجار (PDA) المغنى بالمضاد الحيوي ستربتومايسين بمعدل 300 جزء بالمليون والتحضين عند 20 °س وفقاً لطريقة Martyn و Hartz (23)، وانتمت العزلة للسلالة رقم 2 وفقاً لنتائج تفاعلها مع الأصناف التفريقية (8).
2) تم عزل الفطر *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (Leach and Currence) Snyder and Hans. (عائلة Nectriaceae، رتبة Hypocreales، صف Sordariomycetes) من سوق نباتات البطيخ الأصفر/الشمام المصابة بالذبول والتي جمعت من محافظة إدلب باستخدام المستنبت الغذائي PDA المغنى بالستريبتومايسين (40).
3) تم عزل فطر *Alternaria solani* (E. & M.) Jones and Grout. (عائلة Pleosporaceae، رتبة Pleosporales، صف Dothidiomycetes) من أوراق نباتات البطاطا /البطاطس المصابة بمرض اللفحة المبكرة من موقع قلعة المضيق بمحافظة حماة باستخدام مستنبت PDA (13).
4) تم عزل الفطر *Cladosporium fulvum* Cooke (طوره الجنسي *Passalora fulva* (Cooke) Braun & Crous, (2003)، عائلة Mycosphaerellaceae، رتبة Capnodiales، صف Dothidiomycetes) من أوراق نباتات البندورة/الطماطم المصابة بمرض تعفن الأوراق التي جمعت من النباتات النامية في البيوت البلاستيكية في محافظة طرطوس باستخدام مستنبت PDA (21).
5) تم عزل الفطر *Rhizoctonia solani* Kuhn (عائلة Ceratobasidiaceae، رتبة Cantharellales، صف Agaricomycetes) من قواعد سوق وجذور نباتات الفليفلة/الفلفل المصابة بالتدهور جمعت من قرية تسيل بمحافظة درعا باستخدام المستنبت الغذائي PDA (17).
6) تم عزل الفطر *Verticillium dahliae* Kleb. (عائلة Incertaesedis، رتبة Hypocreales، وصف Sordariomycetes) من أفرع أشجار الزيتون التي أبدت أعراض الذبول في محطة البحوث الزراعية في المختارية في محافظة حمص باستخدام المستنبت الغذائي PDA، والتحضين عند 20 °س (16).

تم الاحتفاظ بعزلات الفطور السابقة على المستنبت الغذائي PDA في البراد عند 4–6 °س لحين الاستخدام، مع تجديد نموها مرة كل 4 أشهر. حضرت المعلقات البوغية الأم لكل من فطور الفيوزاريوم والفيرتيسيلليوم والألترناريا والكلادوسبوريوم، كلٍ على حدةٍ، بكشط النمو الهوائي لمزرعة عمرها ثلاثة أسابيع على مستنبت PDA ضمن

أطباق بتري محضنة عند 23±1 °س، ثم تمديدها في 100 مل من الماء المقطر المعقم. رشح المعلق البوغي لكل فطرٍ على حدةٍ باستخدام فلتر ورقي، ثم عدّل التركيز البوغي في الرشاحة الناتجة لكل فطر على حدةٍ باستخدام شريحة العدّ Neubauer improved والماء المقطر ليصبح تركيز معلقات الأم لأبواغ الفطور المذكورة 8 × 10^6 بوغ/مل.

تأثير تراكيز مختلفة من مركب خلات حمض الصفصاف في إنبات أبواغ بعض الفطور الممرضة للنبات على الشرائح الزجاجية

تمت دراسة تأثير تراكيز مختلفة (0.003، 0.03، 0.3، 1.5، 3.0، 8.0 و10.0 مغ مادة فعالة/مل) من مركب ASA (استخدمت حبوب الأسبيرين من إنتاج شركة باير الألمانية للحصول على المادة الفعالة، وهي تزن 300 مغ مادة فعالة/حبة) في إنبات أبواغ الفطور الممرضة التالية: *F. oxysporum* f. sp. *niveum*، *F. oxysporum* f. sp. *melonis*، *V. dahliae*، *A. solani* و*C. fulvum* في مختبر الأمراض الفطرية في الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية بدوما عام 2011. تم مزج المحلول المائي لمضاعف كل تركيز سابق من مركب ASA مع المعلقات البوغية الأم، لكل فطر على حدةٍ (حجم/لحجم)، باستخدام هزاز دوراني سرعته 125 دورة/دقيقة لمدة 30 دقيقة، ثم وضع 25 ميكرو ليتر (باستخدام ماصة دقيقة ورؤوس متغيرة) من كل معاملة على أحد جانبي الشريحة الزجاجية، ووضعت قطرة أخرى مماثلة من معاملة الشاهد على الجانب الآخر للشريحة ذاتها (عوملت أبواغ الممرض ذاته بالماء المقطر فقط في معاملة الشاهد)، بمعدل 4 شرائح/مكررات لكل معاملة. حضنت الشرائح الزجاجية لكل معاملة في طبقين بتري عوملت مسبقاً بالحرارة الجافة (121 °س لمدة 48 ساعة)، وأغلقت بإحكام باستخدام شريط لاصق من البارافيلم بعد أن وضعت في كل منها قطعة قطن مرطبة بالماء المقطر المعقم، ثم حضنت الأطباق لمدة 24 ساعة عند 21±1 °س بالنسبة لفطر الفيرتيسيليوم، وعند 24±1 °س بالنسبة للفطور الأخرى. تم حساب متوسط معدل إنبات (عدد الأبواغ النابتة/العدد الكلي للأبواغ المختبرة) أبواغ كل فطر في مكرر كل معاملة على حدةٍ (أخذ متوسط ثلاث قراءات مثلت ثلاثة حقول مجهرية عند حساب قراءة مكرر المعاملة الواحدة)، وفي المعاملة الواحدة، إضافة إلى معاملة الشاهد باستخدام المجهر الضوئي عند التكبير 10×20 بالنسبة لمعظم أبواغ الفطور المختبرة، والتكبير 10×40 بالنسبة لفطر الفيرتيسيليوم. وحسبت كفاءة تثبيط إنبات أبواغ الفطور المختبرة في كل معاملة على حدةٍ مقارنة بمعاملة الشاهد قياساً على معادلة Seto وآخرون (32):

النسبة المئوية (%) لتثبيط إنبات الأبواغ الفطرية = (معدل الإنبات في معاملة الشاهد - معدل الإنبات في المعاملة) × 100/معدل الإنبات في معاملة الشاهد

تأثير تراكيز مختلفة من مركب خلات حمض الصفصاف ومدد تعرض زمنية متباينة في نمو الغزل الفطري لبعض الفطور الممرضة للنبات على مستنبت PDA تحت ظروف المختبر

تمت دراسة تأثير تراكيز مركب ASA السابقة الواردة في الفقرة 2 من طرائق العمل، ومدد تعرض زمنية متباينة (30 دقيقة، 24 ساعة، 48 ساعة و6 أيام)، في نمو الغزل الفطري للممرضات المذكورة سابقاً إضافة للفطر *R. solani* على مستنبت PDA في ظروف المختبر عام 2011. تم زرع 10 ميكرو ليتر (باستخدام ماصة دقيقة ورؤوس متغيرة) من مزيج المحلول المائي لمضاعف كل تركيز وزمن تعرض لمركب ASA مع المعلق البوغي الأم، لكل فطر على حدةٍ (حجم/لحجم) من الفطور المذكورة في الفقرة 1 من طرائق العمل، بمعدل 5 مكررات/أطباق للمعاملة الواحدة. استخدمت في زرع الفطر *R. solani* أقراص متساوية أبعادها ½ X ½ سم أخذت من مزرعته الحديثة النمو على مستنبت PDA (بعمر أسبوع واحد)، ثم غمست في محاليل مركب ASA بالتراكيز المدروسة آنفاً (غير المضاعفة التركيز)، كل على حدةٍ، وللمدد نفسها، ثم زرعت في مركز كل طبق بتري احتوى على المستنبت ذاته قطعة واحدة/مكرر، وبمعدل 5 مكررات/أطباق للمعاملة الواحدة. حضنت أطباق بتري للمعاملات المختلفة في حاضنة كهربائية ذاتية التحكم عند 24±1 °س لمدة أسبوع، باستثناء معاملات فطر الفيرتيسيليوم الذي تم تحضينها عند 21±1 °س. أخذت قراءات النمو القطري (سم) لمزارع الفطور الممرضة المعاملة بتراكيز مختلفة من مركب ASA بعد يومين، وبعد ستة أيام من التحضين بالنسبة لمدة التعرض لـ 30 دقيقة، وبعد خمسة أيام من التحضين بالنسبة لمدد التعرض الأخرى. حسبت كفاءة تثبيط نمو مزارع الفطور المختبرة في كل معاملة على حدةٍ مقارنة بمعاملة الشاهد وفقاً للمعادلة التالية (32):

النسبة المئوية (%) لتثبيط نمو مزرعة الفطر الممرض = (متوسط قطر مزرعة الفطر في معاملة الشاهد-متوسط قطر مزرعة الفطر في المعاملة) × 100/ متوسط قطر مزرعة الفطر في معاملة الشاهد.

تقدير كفاءة مركب خلات حمض الصفصاف في مكافحة مرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم المتسبب عن الفطر *C. fulvum* تحت ظروف العدوى الاصطناعية في البيت الزجاجي

زرعت بادرات البندورة/الطماطم والعائدة لصنف ماجيك الأكثر قابلية للإصابة بمرض تعفن الأوراق وفقاً لنتائج دراسة سابقة غير منشورة (مطرود وبغدادي، 2010) في أصص بلاستيكية أبعادها

50×35×35 سم تحتوي على تربة سبق معاملتها بالحرارة الرطبة في الأتوكلاف (121 °س) لمدة 30 دقيقة، وكررت العملية مرتان خلال يومين متتاليين، بمعدل 5 بادرات في كل أصيص (مكرر المعاملة الواحدة). جمعت أبواغ الممرض (*C. fulvum*) من أوراق نباتات بندورة/طماطم مصابة طبيعياً، أخذت من بعض البيوت البلاستيكية الموبوءة بالمرض في محافظة طرطوس في بداية موسم 2012. حضنت الأوراق المصابة في ظروف رطبة ضمن نواقيس زجاجية عند حرارة المختبر لمدة أسبوع، ثم حصدت الأبواغ المتشكلة حديثاً من الأوراق بكشطها بوساطة فرشاة بالاستعانة بالماء المقطر المعقم، بمعدل 5 وريقات مصابة/2 مل ماء. تم ترسيب أبواغ الفطر الممرض من رشاحة المعلق البوغي الممررة من خلال ورق الفلتر ثم التثفيل عند سرعة دوران 2000 د/د ولمدة 10 دقائق. تم ضبط تركيز المعلق البوغي للفطر الممرض بحل الراسب المتحصل علية بـــ 25 مل من الماء المقطر المحضر حديثاً وباستخدام شريحة العدّ والماء المقطر للتمديد. تمّ إعداء بادرات البندورة/الطماطم بمعلق أبواغ الفطر الممرض بتركيز 4×10^5 بوغ/مل تحت ظروف البيت الزجاجي (24–26 °س نهاراً، و18–19 °س ليلاً، والرش الضبابي للنباتات بالماء مرة كل ساعة ولمدة 10 ثوانٍ، بدءاً من اليوم التالي لتنفيذ العدوى الاصطناعية) وفقاً للمعاملات عندما كانت في طور الورقة الحقيقية الرابعة/الخامسة. صممت التجربة وفقاً لقطاعات عشوائية كاملة، وبلغ عدد مكررات المعاملة الواحدة 4 أصص، وكان عدد المعاملات الكلية 8، موزعة على النحو التالي:

المعاملة الأولى: مثلت الطريقة الوقائية لمكافحة المرض بالمبيد الفطري إمينوكتادين تريس 40% iminoctadine tris (albesilate) 40% (الاسم التجاري Bellkute 40 WP) من إنتاج شركة Nippon soda اليابانية، وتم فيها رش بادرات البندورة/الطماطم في اليوم التالي لزرعها في الأصص البلاستيكية بالمعلق المائي للمبيد إمينوكتادين تريس لمرة واحدة بتركيز 1 غ مادة تجارية /ليتر بما يتوافق وتعليمات الشركة المنتجة، بمعدل تصريف 10 مل/5 بادرات/مكرر. ثم رشت البادرات نفسها في اليوم الرابع بمعلق بوغي للفطر الممرض بتركيز 4×10^5 بوغ/مل، بمعدل تصريف 10 مل/5 بادرات/مكرر، وتم تغطيتها (كل 5 بادرات على حدةٍ) بكيس شفاف من البولي إيثيلين لمدة 24 ساعة لتوفير الظروف المناسبة لنجاح العدوى الاصطناعية.

المعاملة الثانية: مثلت معاملة الشاهد المعدى، وتم فيها رش بادرات البندورة/الطماطم في اليوم التالي لزرعها بالمعلق البوغي للفطر الممرض بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الأولى. كما تم تغطية نباتات المكرر الواحد بكيس شفاف من البولي إيثيلين بالطريقة ذاتها وللمدة المذكورة في المعاملة الأولى.

المعاملة الثالثة: مثلت الطريقة الوقائية لمكافحة المرض بمركب خلات حمض الصفصاف، وتم فيها رش بادرات البندورة/الطماطم ثلاث مرات متتالية، بمركب ASA بتركيز 1.5 مغ/مل، بمعدل تصريف 10 مل/5 بادرات/مكرر، بفاصل 24 ساعة بين الرشة والأخرى. ثم رشت البادرات ذاتها في اليوم الرابع بمعلق بوغي للفطر الممرض بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الأولى. كما تم تغطية نباتات المكرر الواحد بكيس شفاف من البولي إيثيلين بالطريقة ذاتها وللمدة المذكورة في المعاملة الأولى.

المعاملة الرابعة: مثلت الطريقة الوقائية لمكافحة المرض بمركب خلات حمض الصفصاف ولكن باعتماد رشة واحدة لبادرات البندورة/الطماطم بالمحلول المائي لمركب ASA بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الثالثة. أعديت البادرات برشها بالمعلق البوغي للفطر الممرض بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الأولى، بعد 4 أيام من معاملتها بـــمركب ASA. كما تم تغطية نباتات المكرر الواحد بكيس شفاف من البولي إيثيلين بالطريقة ذاتها وللمدة المذكورة في المعاملة الأولى.

المعاملة الخامسة: مثلت الطريقة الوقائية لمكافحة المرض بمركب خلات حمض الصفصاف ثم معالجة الإصابة الناتجة بالمركب ذاته؛ تم في هذه المعاملة رش بادرات البندورة/الطماطم ثلاث مرات متتالية بالمركب ASA بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الثالثة، بفاصل 24 ساعة بين الرشة والأخرى، تلاها في اليوم الرابع رش النباتات بمعلق بوغي للفطر الممرض بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الأولى. كما تم تغطية نباتات المكرر الواحد بكيس شفاف من البولي إيثيلين بالطريقة ذاتها وللمدة المذكورة في المعاملة الأولى. وتم رش النباتات ذاتها في هذه المعاملة ثانية بمركب ASA بالتركيز ذاته بمعدل تصريف 15 مل/5 نباتات/مكرر، عند بدء ظهور أعراض المرض (بعد 10 أيام من احداث العدوى الاصطناعية).

المعاملة السادسة: مثلت الطريقة الوقائية لمكافحة المرض بمركب خلات حمض الصفصاف والإعداء بالفطر الممرض بعد 30 يوماً على آخر رشة بدلاً من اليوم الرابع. رشت بادرات البندورة/الطماطم في هذه المعاملة ثلاث مرات متتالية بالمركب ASA بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الثالثة، بفاصل 24 ساعة بين الرشة والأخرى. ثم عوملت نباتات هذه المعاملة بعد 30 يوماً على

آخر رشة بالمعلق البوغي للفطر الممرض بتركيز $4×10^5$ بوغ/مل، وبمعدل تصريف 25 مل/5 نباتات/مكرر، مع الأخذ في الحسبان تغطية نباتات كل مكرر على حدةٍ بكيس شفاف من البولي إيثيلين لمدة 24 ساعة لتوفير الظروف المناسبة لنجاح العدوى الاصطناعية.

المعاملة السابعة: مثلت الطريقة العلاجية لمكافحة المرض بمركب خلات حمض الصفصاف، وتم فيها إعداء بادرات البندورة/الطماطم برشها بالمعلق البوغي للفطر الممرض بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الأولى، وبعد تغطيتها بأكياس شفافة من البولي إيثيلين لمدة 24 ساعة لتوفير الظروف المناسبة لنجاح العدوى الاصطناعية، رشت النباتات بالمحلول المائي لمركب ASA بتركيز 1,5 مغ/مل، بمعدل تصريف 15 مل/5 بادرات/مكرر، عند بدء ظهور أعراض المرض.

المعاملة الثامنة: مثلت الطريقة العلاجية لمكافحة المرض بالمبيد الفطري إمينوكتادين تريس، وتم فيها إعداء بادرات البندورة/الطماطم برشها بالمعلق البوغي للفطر الممرض بالتركيز ومعدل التصريف ذاته الواردة في المعاملة الأولى. وبعد تغطية بادرات كل مكرر بكيس شفاف من البولي إيثيلين لمدة 24 ساعة لتوفير الظروف المناسبة لنجاح العدوى الاصطناعية، رشت النباتات بالمعلق المائي للمبيد الفطري إمينوكتادين تريس بتركيز 1 غ/ل، وبمعدل تصريف 15 مل/5 نباتات عند بدء ظهور أعراض المرض.

استخدم سلم تقييس خماسي في أُخذ القراءات المرضية على النباتات في المكررات والمعاملات المختلفة، بمعدل قراءة واحدة فقط بعد 25 يوماً من تاريخ الإعداء بالنسبة لكل معاملة على حدةٍ، وكان على النحو التالي: 1= الأوراق سليمة، 2= تغطي بقع الإصابة حتى 10% من مسطح الورقة، 3= تغطي المسطح العلوي للورقة بقع الإصابة بنسبة تتراوح ما بين <10–25%، 4= تغطي المسطح العلوي للورقة بقع الإصابة بنسبة تتراوح ما بين <25–50%، 5= تغطي بقع الإصابة <50% من المسطح العلوي للورقة، مع تبوغ الفطر على السطح السفلي للورقة. وتمّ حساب مؤشر شدة المرض (Disease severity) باستخدام معادلة Tchymakov (34):

$$DS = \sum ab \times 100 / N \times k$$

حيث أن: DS= شدة المرض (%)، a= درجة الإصابة وفقاً لسلم التقييس، b= عدد الأوراق المصابة بهذه الدرجة، N= العدد الكلي للأوراق المفحوصة، K= قيمة سلم التقويم العظمى وتساوي 5.

تم تحليل النتائج إحصائياً وفقاً لبرنامج التحليل الإحصائي GenStat 12 عند مستوى احتمالية 5%.

النتائج والمناقشة

تأثير تراكيز مختلفة من مركب خلات حمض الصفصاف في إنبات أبواغ بعض الفطور الممرضة للنبات على الشرائح الزجاجية تحت الظروف المخبرية

بلغت نسبة تثبيط إنبات أبواغ الفطر *V. dahliae* 100% عند معاملتها بالمركب ASA بتركيز 0.3 مغ/مل وما يزيد، بينما كانت النسبة المئوية لإنبات أبواغه 11.5%، وهي تُقل عن النسبة المئوية للإنبات الطبيعي لأبواغ الفطر ذاته في معاملة الشاهد قبل التحضين مباشرة (13%)، في حين بلغت النسبة المئوية لإنبات الأبواغ في معاملة الشاهد بعد مضي 24 ساعة من التحضين 21.3%. بلغت نسبة تثبيط إنبات أبواغ الفطور *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*، *F. oxysporum* f. sp. *melonis* و*A. solani* المعاملة بمركب ASA والتركيز 1.5 مغ/مل وما يزيد، 100%. وكانت النسب المئوية لإنبات أبواغ هذه الفطور في المحلول المائي للمركب ASA بالتركيز السابق قد بلغت 13.2، 12.6 و0.0%، على التوالي، وهي تّقل أو تساوي النسب المئوية للإنبات الطبيعي لأبواغ هذه الفطور في معاملات الشاهد قبل التحضين مباشرة (14.0، 14.0 و0.0%، على التوالي)، بينما بلغت نسب الإنبات في معاملات الشاهد بعد 24 ساعة من التحضين 80.6، 83.6 و54.0%، على التوالي. بلغت نسبة تثبيط إنبات أبواغ الفطر *C. fulvum* المعاملة بمركب ASA والتركيز 3 مغ/مل وما يزيد، 100%، علماً أن النسبة المئوية لتثبيط إنبات أبواغ الفطر ذاته قد بلغت 39.1% في التركيز 1.5 مغ/مل، ولم يسجل إنبات طبيعي لأبواغه في معاملة الشاهد قبل التحضين مباشرة (جدول 1).

تشير نتائج هذا البحث إلى أن إنبات أبواغ الفطر *V. dahliae* المعاملة بمحلول المركب ASA كان الأشد تأثراً مقارنة بإنبات أبواغ الفطور الأخرى المختبرة، بينما كان إنبات أبواغ الفطر *C. fulvum* أقلها تأثراً، وتراوحت تراكيز المركب ASA التي أثبطت كلياً (100%) إنبات أبواغ الفطور المختبرة على الشرائح الزجاجية بعد 24 ساعة من التحضين في ظروف المختبر ما بين 0.3–3 مغ/مل. وكانت نتائج دراسات مرجعية سابقة (28) قد أكدت كفاءة حمض الصفصاف بالتركيزين 1.5 و2.0 مغ/مل في تثبيط إنبات أبواغ الفطرين: *Curvularia lunata* و*Alternaria carthami*، بينما لم تثبط تراكيز منه تزيد عن 2.5 مغ/مل إنبات أبواغ فطور ممرضة أخرى.

تأثير تراكيز مختلفة من مركب خلات حمض الصفصاف ومدد تعرض زمنية متباينة في نمو الغزل الفطري لبعض الفطور الممرضة للنبات على مستنبت PDA تحت ظروف المختبر

تم تثبيط نمو الغزل الفطري (الميسيليوم) للفطور المختبرة التالية: *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*، *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*، *R. solani* و *V. dahliae* على مستنبت PDA نتيجة معاملة أبواغها المستخدمة في الزرع أو قطعة من غزل الفطر *R. solani*، كل على حدةٍ، بالمحلول المائي لمركب ASA عند التركيز 1.5 مغ/مل أو ما يزيد، لمدة 30 دقيقة، بينما تطلب تثبيط نمو الغزل الفطري لدى الفطر *A. solani* على المستنبت الغذائي ذاته معاملة أبواغه بتركيز 3 مغ/مل على الأقل، للمدة ذاتها، علماً أن المركب ASA بالتركيز 1.5 مغ/مل قد أعاق نمو مزرعة الفطر الأخير على المستنبت الغذائي لمدة يومين، ثم عادت ونمت، وبلغ متوسط قطرها 2.18 سم بعد ستة أيام من التحضين. ولم يمنع المركب ASA بالتراكيز المختبرة نمو غزل الفطر *C. fulvum* على المستنبت الغذائي بالشروط نفسها، وبلغت كفاءة تركيزه الأعلى المطبق في هذه التجربة (10 مغ/مل) في تثبيط نمو الفطر ذاته 92.9% بعد 6 أيام من التحضين (جدول 2).

جدول 1. تأثير تراكيز مختلفة من مركب أسيتيل سالسيليك أسيد في إنبات أبواغ بعض الفطور الممرضة بعد تحضينها مدة 24.5 ساعة في المحلول المائي لمركب ASA على الشريحة الزجاجية تحت ظروف المختبر

Table 1. The effect of different concentrations of acetylsalicylic acid (ASA) on conidia germination of some pathogenic fungi after their incubation for 24.5 hours in aqueous ASA solution on glass-slide under laboratory conditions.

النسب المئوية (%) لإنبات أبواغ الفطور الممرضة المختبرة (ونسبة تثبيطه %) The germination rate (%) of the tested pathogenic fungi conidia (and its inhibition rate %)					تراكيز مركب ASA المختبرة (مغ/مل)
V. dahliae	*C. fulvum*	*A. solani*	*F. oxysporum* f. sp. *melonis*	*F. oxysporum* f. sp. *nivum*	Tested concentrations of the ASA compound (mg/ml)
(11.1) 20.7	(1.8) 66.3	(5.0) 51.3	(8.9) 77.4	(2.1) 79.2	0.003
(74.7) 15.1	(5.5) 63.8	(10.7) 48.2	(14.1) 73.8	(12.0) 72.6	0.03
(100.0) 11.5	(12.3) 59.2	(20.7) 42.8	(19.1) 70.3	(14.3) 71.1	0.3
(100.0) 11.1	(39.1) 41.1	(100.0) 0.0	(100.0) 12.6	(100.0) 13.2	1.5
(100.0) 10.5	(100.0) 0.0	(100.0) 0.0	(100.0) 13.4	(100.0) 13.3	3.0
(100.0) 9.9	(100.0) 0.0	(100.0) 0.0	(100.0) 13.4	(100.0) 13.3	8.0
(100.0) 9.5	(100.0) 0.0	(100.0) 0.0	(100.0) 12.5	(100.0) 13.1	10.0
(0.0) 21.3	(0.0) 67.5	(0.0) 54.0	(0.0) 83.6	(0.0) 80.6	0.0

جدول 2. تأثير تراكيز مختلفة من مركب خلات حمض الصفصاف في تثبيط نمو الفطور الممرضة المختبرة على المستنبت الغذائي PDA بعد معاملة أبواغها/نموها الغزلي (الميسيليوم) بالمركب ASA لمدة 30 دقيقة تحت ظروف المختبر

Table 2. Effect of different concentrations of acetylsalicylic acid (ASA) on growth inhibition of the tested pathogenic fungi on PDA medium after treatment of their conidia/mycelium with ASA for 30 minutes under laboratory conditions.

النمو القطري (سم) لمزارع الفطور المختبرة بعد التحضين لمدة 2 و6 أيام على مستنبت PDA (النسب المئوية (%) لتثبيط النمو مقارنة بمعاملة الشاهد) Radial growth (cm) of tested fungi colonies, 2 and 6 days after incubation on PDA medium (% of growth inhibition compared to the control treatment)												تراكيز مركب ASA المختبرة (مغ/مل)
V. dahliae		*R. solani*		*C. fulvum*		*A. solani*		*F. oxysporum* f. sp. *melonis*		*F. oxysporum* f. sp. *niveum*		Tested concentrations of the ASA compound (mg/ml)
6 أيام 6 days	2 يوم 2 days	6 أيام 6 days	2 يوم 2 days	6 أيام 6 days	2 يوم 2 days	6 أيام 6 days	2 يوم 2 days	6 أيام 6 days	2 يوم 2 days	6 أيام 6 days	2 يوم 2 days	
0.24	0.11	8.0	2.3	2.68	1.18	4.6	1.44	3.91	1.86	3.67	1.79	0.003
(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.37)	(0.84)	(0.0)	(0.0)	(0.76)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	
0.21	0.1	7.8	2.2	2.66	1.16	4.4	1.4	3.89	1.80	3.58	1.72	0.03
(12.5)	(9.1)	(2.5)	(4.4)	(1.11)	(2.5)	(4.4)	(2.8)	(1.27)	(3.2)	(1.4)	(3.4)	
0.18	0.09	7.4	2.14	2.66	1.14	3.9	1.28	3.60	1.70	3.40	1.68	0.3
(25.0)	(18.2)	(7.5)	(6.95)	(1.11)	(4.2)	(15.2)	(11.1)	(8.6)	(8.6)	(6.3)	(5.6)	
0.0	0.0	0.0	0.0	2.33	1.03	2.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
(100)	(100)	(100)	(100)	(13.4)	(13.4)	(52.6)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	
0.0	0.0	0.0	0.0	1.04	0.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
(100)	(100)	(100)	(100)	(61.3)	(61.3)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	
0.0	0.0	0.0	0.0	1.02	0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0
(100)	(100)	(100)	(100)	(62.1)	(62.2)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	
0.0	0.0	0.0	0.0	0.19	0.14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
(100)	(100)	(100)	(100)	(92.9)	(88.2)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	
0.24	0.11	8.0	2.3	2.69	1.19	4.6	1,44	3.94	1.86	3.63	1.78	0.0

تم تثبيط النمو القطري للغزل الفطري بصورة تامة (100%) لمعظم الفطور الممرضة المختبرة (*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*، *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*، *A. solani*، *R. solani* و *V. dahliae*) على مستنبت PDA ابتداءً من التركيز 1.5 مغ/مل للمركب ASA وما يزيد، وفي كل مدد التعرض الزمنية للمركب ابتداءً من يوم واحد وأكثر، باستثناء الفطر *C. fulvum* الذي كان تثبيط نمو غزله الفطري جزئياً على المستنبت الغذائي نفسه عند معاملة أبواغه بالتركيز السابق للمركب ASA لمدة يوم واحد أو يومين، بينما كانت نسبة تثبيط النمو تامة (100%) عند معاملة أبواغ الفطر ذاته بالتركيز السابق للمركب ASA ولكن لمدة 6 أيام. كما كان تثبيط نمو الغزل الفطري للفطر *C. fulvum* تاماً أيضاً على المستنبت الغذائي PDA عند معاملة أبواغه بتركيز 3 مغ/مل وما يزيد، وفي كل المدد الزمنية المدروسة (يوم واحد وأكثر) (جدول 3).

جدول 3. تأثير تراكيز مختلفة من مركب خلات حمض الصفصاف ومدد تعرض زمنية متباينة في نمو الفطور الممرضة المختبرة على مستنبت PDA، بعد خمسة أيام من التحضين عند درجة حرارة 21-24±1 °س.

Table 3. Effect of different concentrations of acetylsalicylic acid, and different exposure periods on the growth of tested pathogenic fungi on PDA medium, 5 days after incubation at 21-24±1 ºC.

النمو القطري (سم) لمزارع الفطور المستنبتة من أبواغ/ميسيليوم معاملة مسبقاً بالمحلول المائي لمركب ASA لمدد متباينة (بالأيام)، ثم حضنت لمدة 5 أيام على مستنبت PDA (النسب المئوية (%) لمنع النمو مقارنة بمعاملة الشاهد) Radial growth (cm) of tested fungal colonies, cultured from already treated conidia/mycelium with aqueous solution of ASA for different durations (days), and incubated for 5 days on PDA medium (% of growth inhibition compared to the control treatment)										
Tested concentrations of the ASA compound (mg/ml) تراكيز مركب ASA المختبرة (مغ/مل)										الفطور الممرضة
0.0	10.0	8.0	3.0	1.5	0.3	0.03	0.003			Pathogenic fungi
2.5	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	2.2 (12.0)	2.4 (4.0)	2.44 (2.4)	1 day	1 يوم	*F. oxysporum* f. sp. *niveum*
3.0	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	1.8 (40.0)	2.7 (10.0)	2.84 (5.3)	2 days	2 يوم	
4.0	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	2.3 (42.5)	3.4 (15.0)	3.7 (7.5)	6 days	6 يوم	
2.3	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	1.9 (17.4)	2.2 (4.4)	2.24 (2.6)	1 day	1 يوم	*F. oxysporum* f. sp. *melonis*
2.8	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	1.7 (39.3)	2.4 (14.3)	2.66 (5.0)	2 days	2 يوم	
3.7	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	1.9 (48.7)	3.0 (18.9)	3.4 (8.1)	6 days	6 يوم	
3.1	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	2.8 (9.7)	3.0 (3.2)	3.06 (1.3)	1 day	1 يوم	*A. solani*
3.6	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	3.0 (16.7)	3.1 (13.9)	3.5 (2.8)	2 days	2 يوم	
4.6	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	3.4 (26.1)	3.9 (15.2)	4.3 (6.5)	6 days	6 يوم	
1.8	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	1.6 (11.1)	1.7 (5.6)	1.75 (2.8)	1.79 (0.6)	1 day	1 يوم	*C. fulvum*
1.87	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	1.46 (21.9)	1.6 (14.4)	1.71 (8.6)	1.82 (2.7)	2 days	2 يوم	
1.93	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	1.48 (23.3)	1.75 (9.3)	1.84 (4.7)	6 days	6 يوم	
4.52	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	4.0 (11.5)	4.3 (4.9)	4.5 (0.4)	1 day	1 يوم	*R. solani*
4.54	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	3.7 (18.5)	4.1 (9.7)	4.4 (3.1)	2 days	2 يوم	
4.77	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	3.5 (26.6)	4.2 (12.0)	4.3 (9.8)	6 days	6 يوم	
0.76	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.2 (73.7)	0.5 (34.2)	0.7 (7.9)	1 day	1 يوم	*V. dahliae*
0.79	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.2 (74.7)	0.4 (49.4)	0.5 (36.7)	2 days	2 يوم	
0.81	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.0 (100)	0.1 (87.6)	0.3 (63.0)	0.4 (50.6)	6 days	6 يوم	

تشير نتائج هذا البحث إلى أن تأثير مركب خلات حمض الصفصاف في تثبيط نمو مزارع الفطور المختبرة على مستنبت PDA ازداد مع زيادة تركيز هذا المركب، ومع زيادة المدة الزمنية لتعرض أبواغ الفطور المختبرة أو نموها للمركب ذاته أيضاً. وكان نمو غزل الفطور الممرضة التالية: *V. dahliae*، *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*، *F. oxysporum* f. sp. *melonis* و*R. solani* الأشد تأثراً، لا سيما الفطر الأول منها، حيث كانت نسب تثبيط نموه مرتفعة مقارنة بالفطور الأخرى المدروسة. وكان الفطر *C. fulvum* أقل تأثراً بالمركب ASA، حيث كانت نسب تثبيط نمو غزله الفطري متدنية لا سيما في التراكيز المنخفضة للمركب ASA (1.5 مغ/مل وما دون). ويعزى ارتفاع نسب تثبيط نمو غزل الفطر *V. dahliae* على المستنبت الغذائي PDA بالتراكيز المتدنية (0.003، 0.03، 0.3 مغ/مل) للمركب ASA، وبخاصة في حالة التعرض المديد له (6 أيام)، إلى الحساسية العالية لأبواغ هذا الفطر إزاء المركب ASA مقارنة بالفطور الأخرى المختبرة. وتتوافق نتائج هذا البحث إلى حد كبير مع النتائج المتحصل عليها من قبل اللشي وآخرون (5)، حول التثبيط التام لنمو الفطر *Alternaria alternata* (مسبب مرض تبقع أوراق الباقلاء) عند إضافة المركب ASA إلى المستنبت الغذائي بتركيز 10 ملي مول (1.8 مغ/مل). كما توافق التباين في استجابة الفطور المختبرة للتراكيز المختلفة من المركب ASA، والتي عبّر عنها كنسبة مئوية لتثبيط نمو الغزل الفطري على المستنبت الغذائي مع نتائج دراسات مرجعية أخرى (15).

تقدير كفاءة مركب خلات حمض الصفصاف في مكافحة مرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم المتسبب عن الفطر *C. fulvum* تحت ظروف العدوى الاصطناعية في البيت الزجاجي:

تباينت قيم مؤشر شدة مرض تعفن الأوراق المسجلة على نباتات البندورة/الطماطم صنف ماجيك (الأكثر قابلية للإصابة) بعد 25 يوماً من الإعداء بالفطر الممرض والتحضين في الظروف المثالية لتطور المرض في البيت الزجاجي وفقاً للمعاملات، وسجلت أدناها (12.8%) في المعاملة التي رشت نباتاتها ثلاث مرات متتالية بصورة وقائية بمركب ASA بتركيز 1.5 مغ/مل بفاصل 24 ساعة بين الرشة والأخرى، ثم رشت البادرات ذاتها في اليوم الرابع بالمعلق البوغي للفطر الممرض، تلتها في الأهمية المعاملة التي أعديت نباتاتها مسبقاً بالفطر الممرض، ثم رشت بصورة علاجية بالمحلول المائي لمركب ASA بتركيز 1.5 مغ/مل عند بدء ظهور أعراض المرض، فبلغت قيمة مؤشر شدة المرض 18.6%. ولم تكن الفروقات في قيم مؤشر شدة المرض كبيرة ولا معنوية ما بين المعاملتين السابقتين والمعاملة الثالثة التي رشت نباتاتها بالمركب ASA 3 مرات بصورة وقائية (بفاصل يوم واحد بين الرشة والأخرى)، ثم رشت بصورة علاجية بالمركب ذاته بعد 10 أيام من إحداث العدوى الاصطناعية بالمعلق البوغي للفطر الممرض، حيث بلغت قيمة مؤشر شدة المرض 19.7%. وكانت قيمتا مؤشر شدة المرض في معاملتي الرش الوقائي والعلاجي للنباتات بمبيد المقارنة إمينوكتادين تريس متطابقة، وبلغت 21.2%، وتماثلتا في الكفاءة مع المعاملة التي رشت نباتاتها لمرة واحدة بصورة وقائية بالمركب ASA، ثم أعديت في اليوم الرابع بالفطر الممرض. وسجلت أعلى قيمة لمؤشر شدة المرض (26.4%) في المعاملة التي رشت نباتاتها 3 مرات متتالية بصورة وقائية بمركب ASA، بفاصل يوم واحد بين الرشة والأخرى، ثم أعديت النباتات ذاتها بالمعلق البوغي للفطر الممرض بعد 30 يوماً على آخر رشة. وبلغت قيمة مؤشر شدة المرض في معاملة الشاهد المعدى 44.6%، وكان الفارق معنوياً ما بين قيمة مؤشر شدة المرض في معاملة الشاهد وقيمه في المعاملات الأخرى، حيث بلغت قيمة أقل فرق معنوي موثوق عند مستوى احتمالية 0.05= 17.24.

وفقاً لنتائج هذا البحث، تفوق مركب ASA (تركيز 1.5 مغ/مل) على مبيد المقارنة إمينوكتادين تريس (1 غ مادة تجارية/ل) بصورة غير معنوية في مكافحة مرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم تحت ظروف العدوى الاصطناعية عندما استخدم الأول بصورة وقائية رشاً على النباتات ثلاث مرات متتالية، بفاصل يوم واحد بين الرشة والأخرى، أو عندما استخدم بصورة علاجية لمرة واحدة عند بدء ظهور أعراض المرض أو عندما استخدم بصورة وقائية (3 رشات، بفاصل يوم واحد بين الرشة والأخرى، قبل إحداث العدوى الاصطناعية) وعلاجية (رشت النباتات ثانية بالمركب ذاته بعد 10 أيام من احداث العدوى الاصطناعية). وكان المبيد الفطري iminoctadine tris الأكثر كفاءة في مكافحة مرض اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس في إيران، وتفوق على المبيدات الأخرى المختبرة (25). وتوافقت الكفاءة العالية للمركب ASA إزاء المرض والمتحصل عليها في هذا البحث مع كفاءة المركب ذاته عندما استخدم في مكافحة مرض تبقع الأوراق (*Alternaria alternate*) على الباقلاء بالطريقة الوقائية والعلاجية بتركيز 0.9 مغ/مل وفقاً لنتائج دراسات مرجعية حديثة (5). كما أكدت نتائج دراسات مرجعية أخرى، أن كفاءة حمض الصفصاف كانت مرتفعة في مكافحة مرض اللفحة المبكرة على البندورة/الطماطم (*Alternaria solani*) بالطريقة الوقائية، وأثر استخدامه في استحثاث المقاومة الجهازية المكتسبة بصورة نشطة (33). وكان حمض الصفصاف قد خفض بصورة معنوية إصابة ثمار الكرز الحلو بمرض المونيليا

(*Monilinia fructicola*) عند استخدامه رشاً على الأشجار قبل الحصاد بتركيز 0.36 مغ/مل (38)، كما أن معاملة ثمار الكرز الحلو بالمركب ذاته بتركيز 0.09 مغ/مل قد حال دون إصابتها بالفطر *Penicillium expansum* (12). وتؤكد نتائج هذا البحث أيضاً، أن التأثير المباشر للمركب ASA في تثبيط إنبات أبواغ الفطر *C. fulvum* ونمو غزله الفطري على المستنبت الغذائي PDA في ظروف المختبر كان متوسطاً مقارنة بالفطور الأخرى المختبرة، إلا أن كفاءته في مكافحة مرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم المتسبب عن الفطر ذاته في ظروف البيت الزجاجي كانت عالية. ووفقاً لنتائج بعض الدراسات المرجعية، فإن آلية تأثير المركبين AS وASA في الفطور الممرضة للنباتات لا تكون فقط من خلال تأثيرهما المباشر في هذه الفطور الممرضة وتعضياتها (نمو الغزل الفطري، تكون الأبواغ وقدرتها على الإنبات على سبيل المثال)، بل تعدّت ذلك للتأثير في زيادة مقاومة العائل النباتي للممرض، واستحثاث المقاومة الجهازية المكتسبة (7، 24، 30، 31، 35). واقتّرح استخدام حمض الصفصاف كمادة بديلة عن المبيدات الكيميائية في إدارة مرض القشرة السوداء وتقرح الساق على البطاطا/البطاطس (*R. solani*) (9). وتؤكد النتائج المتحصل عليها في هذا البحث إمكانية استخدام المركب ASA في برنامج المكافحة المتكاملة لمرض تعفن أوراق البندورة/الطماطم في الزراعة المحمية، مع الأخذ في الحسبان أن تأثيره في استحثاث المقاومة الجهازية المكتسبة لدى نباتات البندورة/الطماطم لا يدوم طويلاً، حيث انخفضت كفاءته في مكافحة المرض بعد 30 يوماً من المعالجة. وننصح باستخدام مركب ASA بتركيز 1.5–3.0 مغ مادة فعالة/مل في التجارب الحقلية لمكافحة مرض اللفحة المبكرة على البطاطا/البطاطس والبندورة/الطماطم باستخدامه رشاً على المجموع الخضري، ولمكافحة بعض الممرضات الرئيسة المنقولة بالتربة، مثل: .*Fusarium* spp، *Verticillium* spp. و.*Rhizoctonia* spp، المسببة لذبول النباتات وتعفن جذورها باعتماد الطرائق المناسبة لتطبيقه، بعد أن أبدى هذا المركب كفاءة عالية إزاء تلك الممرضات في التجارب المخبرية.

Abstract

Al-Matroud, L., R. Al-Baghdadi, S. Al-Masri Arafeih, A. Al-Ghazawi, S. Al-Chaabi and T. Abu-Fadel. 2017. The effect of acetylsalicylic acid on conidia germination of some pathogenic fungi, and evaluation of its effectiveness against tomato leaf mold disease caused by *Cladosporium fulvum* Cooke under greenhouse conditions. Arab Journal of Plant Protection, 35(1): 16-26.

The effectiveness of seven concentrations (0.003, 0.03, 0.3, 1.5, 3, 8 and 10 mg a. i. / ml) of acetylsalicylic acid (ASA), and four exposure periods (30 minutes, 24 hours, 48 hours and 6 days) on the radial growth of some plant pathogenic fungi on PDA medium under laboratory conditions were evaluated at GCSAR in Damascus, Syria. Results revealed that the mycelial growth of the following tested fungi: *F. oxysporum* f. sp. *nivum* (causal agent of watermelon wilt), *F. oxysporum* f. sp. *melonis* (causal agent of muskmelon wilt), *R. solani* (causal agent of pepper stem and root rot) and *V. dahliae* (causal agent of olive wilt) could be completely inhibited, as a result of the treatment of their conidia/or mycelial agar discs of the fungus *R. solani* used in culture, each separately, with aqueous suspensions of ASA at the concentration of 1.5 mg/ml or higher, for 30 minutes or more. Growth inhibition of the fungus *A. solani* (causal agent of potato early blight) on the same medium required the treatment of its conidia with a concentration of 3 mg/ml or higher, for 30 minutes or more, or with a concentration of 1.5 mg/ml for 24 hours or more. The growth of the fungus *C. fulvum* (causal agent of tomato leaf mold) on the medium itself was completely inhibited, when its conidia were treated with a concentration of 3 mg/ml for 24 hours or more, or with a concentration of 1.5 mg/ml, but for a period of 6 days. The conidia of the fungus *V. dahliae* completely lost their ability to germinate, when its conidia were treated by ASA at concentration 0.3 mg/ml or higher, for a period of 24.5 hours. The conidia germination of the fungi *F. oxysporum* f. sp. *niveum*, *F. oxysporum* f. sp. *melonis* and *A. solani* was completely inhibited by the treatment of their conidia, each separately, with a concentration of 1.5 mg/ml or higher, for the same period, while the inhibition of conidia germination of the fungus *C. fulvum* required the treatment of their conidia with a concentration of 3 mg/ml or higher. Disease severity index value of leaf mold disease on tomato plants "Magic variety" (highly susceptible to the disease) reached 12.8%, when using ASA at 1.5 mg/ml concentration as preventative spraying (3 times, one day interval), and then spraying the plants itself with pathogenic fungus inoculum on the fourth day, and 18.6% in the case of therapeutic spraying (already infected plants with pathogenic fungus was sprayed with the concentration itself of ASA at the onset of appearance of disease symptoms) in the greenhouse experiment, while disease severity index reached 44.5% on the infected control plants, and 21.2% in the treatment of comparative fungicide iminoctadine tris. These results confirmed the possibility of using ASA in the integrated control program of the leaf mold disease on tomato plants in protected agriculture.

Keywords: Acetylsalicylic acid, *Alternaria solani*, *Cladosporium fulvum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis, Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum,* iminoctadine tris, *Rhizoctonia solani*, Tomato, *Verticillium dahliae*

Corresponding author:* *Salah Al-Chaabi, General Commission for Agricultural Scientific Research, Damascus, P. O. Box 12573, Syria, Email: salahshaabi@hotmail.com

References

المراجع

1. **الشعبي، صلاح، جورج ملوحي ولينا مطرود.** 2001. تقدير فاعلية المبيدين الفطريين بينسيكورون وتولكلوفوس-ميثيل في مكافحة الفطر *Rhizoctonia solani* Kühn على البطاطا/البطاطس. مجلة وقاية النبات العربية، 19: 101-106.
2. **الشعبي، صلاح، جورج ملوحي ولينا مطرود.** 2002. مكافحة مرض القشرة السوداء على البطاطا/البطاطس (*Rhizoctonia solani* Kühn) باستخدام بعض عزلات (*Trichoderma koningii* Oudem) ومبيد تولكلوفوس-ميثيل. مجلة وقاية النبات العربية، 20: 6-13.
3. **الشعبي، صلاح ولينا مطرود.** 2002. دراسة مختبرية لتقويم فاعلية عزلات متعددة من أنواع فطور التريكوديرما تجاه بعض الفطور الممرضة المنقولة بالتربة. مجلة وقاية النبات العربية، 20: 77-83.
4. **الشعبي، صلاح، جورج ملوحي ولينا مطرود.** 2007. مكافحة مرض سقوط بادرات البندورة/الطماطم (*Rhizoctonia solani* Kühn) باستخدام الفطر *Trichoderma koningii* Oudem. والمبيدين فلوتولانيل وتولكلوفوس ميثيل. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 15-27.
5. **اللشى، نجوى بشير، عصام داؤد سليمان وأنفال مؤيد جلال الدين.** 2012. تأثير حامض السالسيلك والأسيتايل سالسليك في تحفيز المقاومة الجهازية لنبات الباقلاء ضد الفطر *Alternaria alternata* المسبب لمرض تبقع الأوراق في البيت الزجاجي. مجلة علوم الرافدين، 23: 12-30.
6. **جبر، كامل سلمان وابراهيم خليل حسون.** 2008. تقويم فعالية بعض مركبات الاستحثاث الكيميائية والعوامل الأحيائية في مقاومة مرض تقرح ساق البطاطا تحت ظروف البيت الزجاجي والحقل. مجلة وقاية النبات العربية، 26: 50-57.
7. **حسان، آلاء خضير وصالح حسن سمير.** 2007. تأثير النحاس والسيليكون وحامض السالسيليك في تحفيز المقاومة الجهازية لنباتات الخيار ضد الفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 171-174.
8. **مطرود، لينا، صلاح الشعبي، هواش جروس وجرجس وهبه.** 2006. تقييم حساسية بعض أصول القرعيات إزاء الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* مسبب ذبول البطيخ الأخضر في سورية، وتأثيرها في إنتاج الأصناف المطعمة ومواصفاتها. المؤتمر العربي التاسع لعلوم وقاية النبات، 2006. دمشق، سورية، 19-23 تشرين الثاني، كتاب الملخصات (إعداد صفاء غسان قمري، خالد محي الدين مكوك، صلاح الشعبي وأحمد الأحمد)، 17 R: 181-182 E.
9. **Al-Mughrabi, K.I.** 2008. Salicylic acid induces resistance in potatoes against *Rhizoctonia solani* the cause of black scurf and stem canker. International Journal of Biological Chemistry, 2: 14-25.
10. **Bokshi, A.I., S.C. Morris and B.J. Deverall.** 2003. Effects of benzothiadiazole and acetylsalicylic acid on β-1,3-glucanase activity and disease resistance in potato. Plant Pathology, 52: 22–27.
11. **Brent, K.J. and D.W. Hollomon.** 1998. Pathogen risk list. FRAC Monograph No.2: 50 pp.
12. **Chan, Z. and S. Tian.** 2006. Induction of H_2O_2 –metabolizing enzymes and total protein synthesis by antagonistic yeast and salicylic acid in harvested sweet cherry fruit. Postharvest Biology and Technology, 39: 314- 320.
13. **Douglas, D.R. and J.J. Pavek.** 1972. Screening potato for field resistance to early blight. American Potato Journal, 49: 1-6.
14. **Egel, D. and S. Hoke.** 2007. Managing Fusarium wilt of watermelon with fungicide drenches and seed treatments. Department of Botany and Plant Pathology, Purdue University, Southwest Purdue Ag Center, 4369 N. Purdue Rd. Vincennes, IN 47591, Egel Sankyo Report, May 2007: 11 pages. http://ir4.rutgers.edu/FoodUse/PerfData/1953.pdf.
15. **El-Mougy, N.** 2002. *In vitro* studies on antimicrobial activity of salicylic acid and acetyl salicylic acid as pesticide alternatives against some soil-borne plant pathogens. Egyptian Journal of Phytopathology, 30: 41-55.
16. **Harris, D.C., J.R. Yang and M.S. Ridout.** 1993. The detection and estimation of *Verticillium dahlia* in naturally infested soil. Plant Pathology, 42: 238-250.
17. **Henis, Y. and Y. Ben-Yephet.** 1970. Effect of propagule size of *Rhizoctonia solani* on saprophytic growth, infectivity and virulence on bean seedlings. Phytopathology, 62: 1351-1356.
18. **Horotan, R.A. and S. Apahidean.** 2015. Effects of fungicide and acetylsalicylic acid treatments on qualitative and quantitative tomato production. Bulletin UASVM Horticulture, 72: 87-95.
19. **Horotan, R.A. and S. Oancea.** 2013. Effects of fungicide and acetylsalicylic acid treatment on the physiological and enzymatic activity in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Acta Universitatis Cibiniensis series E: Food Technology, 17: 13-26.
20. **Jahanshir, A. and D.F. Sidovich.** 2010. The effects of fungicides on *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* associated with Fusarium wilt of tomato. Journal of Plant Protection Research, 50: 172-178.
21. **Laterrot, H., M. Gerlagh, A. Ester and L. Stamova.** 1985. Race 2.5, a new race of *Cladosporium fulvum* (*Fulvia fulva*) on tomato. Netherland Journal of Plant Pathology, 91: 45-47.
22. **Li, Y.H.** 2012. Leaf mold of tomato. The Connecticut Agricultural Experimental station (www.ct.gov/caes): 2 pages. http://www.ct.gov/caes/lib/caes/documents/publications/fact_sheets/plant_pathology_and_ecology/leaf_mold_of_tomato_03-29-12.pdf.
23. **Martyn, R.D. and T.K. Hartz.** 1986. Use of soil solarization to control Fusarium wilt of watermelon. Plant Disease, 70: 762-766.
24. **McConchic, R.K., B.A. Douald and V. Morris.** 2007. Systemic acquired resistance as a strategy for disease management in rock melon *Cucumis melo* var. *reticulates.* Acta Horticulturae, 731: 205-210.
25. **Nasr Esfahani, M.** 2015. Efficacy of iminoctadine tris (WP 40%) Fungicide against Potato Early Blight Disease, *Alternaria solani* (Fr.) Keissler and *A. alternata* Sorauer. Pesticides in Plan Protection Sciences, 2: 31-43.

26. **Papova, L., T. Pancheva and A. Uzunova.** 1997. Salicylic acid: Properties, biosynthesis and physiological role. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 23: 85-93.
27. **Park, I.K., J. Kim, Y.S. Lee and S.C. Shin.** 2008. *In vivo* fungicidal activity of medicinal plant extracts against six phytopathogenic fungi. International Journal of Pest Management, 54: 63-68.
28. **Perithiviraj, B., M. Manickam, U.P. Singh and A.B. Ray.l.** 1997. Antifungal activity of anacardic acid, a naturally occurring derivative of salicylic acid. Canadian Journal of Botany, 75: 207-211.
29. **Perithiviraj, B., U.P. Singh, S. Khiste and D. Ram.** 1996. Effect of methanol extract of *Aegle marmelos* leaves on *Sclerotium rolfsii*. International Journal of Pharmacognosy, 34: 148-150.
30. **Rairdan, G.J. and T.P. Delaney.** 2002. Role of salicylic acid and NIMI-NPRI in race – specific resistance in *Arabidopsis*. Genetics, 161: 803-811.
31. **Saikia, R., T. Singh, R. Kumar and D.K. Arora.** 2003. Role of salicylic acid in systemic resistance induced by *Pseudomonas fluorescens* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* in Chickpea. Microbiological Research, 158: 203-213.
32. **Seto, Y., Y. Kogami, T. Shimanuki, K. Takahashi, H. Matsuura and T. Yoshihara.** 2005. Production of phleichrome by *Cladosporium phlei* as stimulated by diketopiperadines of *Epichloe typhina*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 69: 1515-1519.
33. **Spletzer, M.E. and A.J. Enyedi.** 1999. Salicylic acid induces resistance to *Alternaria solani* Kuhn. In hydroponically growth tomato. Phytopathology, 89: 722-727.
34. **Tchymakov, A.E.** 1974. Osnovnee methods of phytopathological researchs, Kolos, Moscow. 6-8.
35. **Van Wees, S.C.M., E.A.M. De Swart, J.A. Van Pelt, L.C. Van Loon and C.M. Pieterse.** 2000. Enhancement of induced disease resistance by simultaneous activation of salicylate and jasmonated ependent defense pathways in *Arabidopsis thaliana*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 97: 8711-8716.
36. **Verberne, M.C., R. Verpoorte, J.F. Bol, J. Mercado- Blanco and H.J.M. Linthorst.** 2000. Overproduction of salicylic acid in plants by bacterial transgenes enhances pathogen resistance. Nature Biotechnology, 18: 779-783.
37. **Wikipedia, the free encyclopedia.** 2015. Aspirin. http://en.wikipedia.org/wiki/Aspirin.
38. **Yao, H. and S. Tian.** 2005. Effect of pre and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. Postharvest Biology and Technology, 35: 253-262.
39. **Zitter, T.A. and J.L. Drennan.** 2006. Efficacy of fungicides for early and late blight control in tomato. Department of plant pathology, Cornell University, Ithaca, NY 14853: 19 slides, https://www.ces.ncsu.edu/fletcher/programs/plantpath/2006-11-tomato-disease/TDW2006_presentations/Zitter_EB_LB_fungicides.pdf.
40. **Zuniga, T.L., T.A. Zitter, T.R. Gordon, D.T. Schroeder and D. Okamoto.** 1997. Characterization of pathogenic races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* causing Fusarium wilt of melon in New York. Plant Disease, 81: 592-596.

تاريخ الاستلام:2015/12/22؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2016/11/20

Received: December 22, 2015; Accepted: November 20, 2016