تأثير مستخلص مراحل مختلفة من نمو الفطر *Ganoderma lucidium* في خفض الإصابة بفيروس موزاييك البطيخ الأحمر (Watermelon mosaic virus) على ثلاثة أصناف من محصول البطيخ الأحمر/الرقي (*Citrullus lanatus*) حقلياً

ياسمين باسم سلطان ومعاذ عبد الوهاب الفهد*

قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تكريت، محافظة صلاح الدين، العراق.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: maadh.alfahd@tu.edu.iq

الملخص

سلطان، ياسمين باسم ومعاذ عبد الوهاب الفهد. 2024. تأثير مستخلص مراحل مختلفة من نمو الفطر *Ganoderma lucidium* في خفض الإصابة بفيروس موزاييك البطيخ الأحمر (Watermelon mosaic virus) على ثلاثة أصناف من محصول البطيخ الأحمر/الرقي (*Citrullus lanatus*) حقلياً. مجلة وقاية النبات العربية، 42(4): 545–551. https://doi.org/10.22268/AJPP-001273

أجريت هذه الدراسة لتقييم تأثير الفطر *Ganoderma lucidium* على الإصابة بفيروس Watermelon mosaic virus (WMV)، وتشخيص الفيروس مناعياً باستخدام اختبار الشرائط المناعية (Immunostrip assay). كما شخص الفيروس بالاعتماد على الأعراض التي يسببها على النباتات الكاشفة. تفوق خليط النمو الفطري للفطر *G. lucidium* (ميسيليوم + أجسام ثمرية) في خفض نسبة الإصابة بفيروس WMV في جميع الأصناف، إذ كانت القيم 57.14% للصنف Charleston Gray، 59.47% للصنف Top yield و 61.38% للصنف Casper. كما تفوقت معاملة خليط النمو الفطري في خفض شدة الإصابة بفيروس WMV، إذ أعطت أدنى شدة إصابة، بلغت 0.30 مقارنة بمعاملة الفيروس فقط 0.74. وأعطت المعاملة نفسها زيادة معنوية في نسبة اليخضور/الكلوروفيل والمساحة الورقية وفعالية النوعية لأنزيم Polyphenol oxidase 1.02 و 355.74 سم^2 و 1.49 وحدة/مل، على التوالي، وتسببت المعاملة في زيادة وزن الحاصل إذ بلغت 4733.3 غ مقارنة بمعاملة الشاهد 1655.6 غ.

كلمات مفتاحية: فيروس موزاييك البطيخ الأحمر/الرقي، تشخيص، مستخلص فطري، مكافحة.

المقدمة

يصنف البطيخ الأحمر/الرقي (*Citrullus lanatus*) من محاصيل العائلة القرعية (Cucurbitaceae) ويعدّ من محاصيل الفاكهة ذات الأهمية الاقتصادية. بلغت المساحة المزروعة في العراق 183.5 ألف هكتار، وبلغ إنتاجها 367 ألف طناً في عام 2020 حسب الجهاز المركزي للإحصاء، العراق.

يصاب نبات البطيخ الأحمر/الرقي بالعديد من الأمراض الفيروسية، ويعدّ فيروس موزاييك البطيخ الأحمر Watermelon mosaic virus (WMV) من أكثر الأمراض الفيروسية المنتشرة في العائلة القرعية (مهنا وآخرون، 2021). ينتمي فيروس WMV إلى جنس Potyvirus وهي فيروسات عصوية مرنة غير مغلفة طولها 730–765 نانومتر، مجين الفيروس مكوّن من RNA مفرد السلسلة وحيد القطعة موجب التوجه +ssRNA (El-Kewey *et al.*, 1995؛ Fegla & El-Mazaty, 1985). سجل فيروس WMV في جميع مناطق زراعة القرعيات في العالم مسبباً خسائر اقتصادية كبيرة (Kumar *et al.*, 2015)، وسجل عام 1979 لأول مرة في العراق (Shawkat & Fegla, 1979). تسبب الإصابة بالفيروس تبرقش وموزاييك الأوراق وتقزم النبات، وتختلف الأعراض حسب النبات العائل والظروف البيئية. ينتقل فيروس WMV عن طريق التلقيح الميكانيكي (Kamberoglu *et al.*, 2015) وحشرات منّ الخوخ الأخضر ومنّ القطن بالطريقة غير المثابرة ولا ينتقل بالبذور (Al-Musa & Mansour, 1982).

استخدمت حديثاً طرائق جديدة لمكافحة الفيروسات، ومنها استخدام العوامل الأحيائية والمركبات الطبيعية ذات المنشأ العضوي المستخرجة من الفطور، البكتيريا، الطحالب والأعشاب البحرية. ينتمي فطر *Ganoderma lucidium* إلى جنس الفطور البازيدية وينمو على جذوع الأشجار في المناطق الاستوائية (Kirk *et al.*, 2008). يحتوي هذا الفطر

https://doi.org/10.22268/AJPP-001273
© 2024 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

على مصادر غنية بالمضادات الحيوية الطبيعية، ويعود سبب تثبيط المسببات المرضية إلى وجود عديدات السكر، الستيرولات، الفينولات، الأحماض الأمينية، القلويدات، مواد أيض ثانوية أخرى، وتتجلى آلية عمل الفطر ضدّ الفيروسات بمنع الفيروس من الالتصاق بالحمض النووي وبالتالي عدم استنساخه في الخلية، أو تحفيز آلية وقائية في النبات تمنع اختراق الفيروس للخلية النباتية (أحمد وقاسم، 2019؛ Priya *et al.*, 2019). ونظراً لعدم وجود دراسات تشخيص مناعي لهذا المرض في العراق وتحديد الخسائر التي يسببها فضلاً عن أهمية مكافحته أحيائياً ومعرفة تأثير المكملات الغذائية العضوية فيه.

هدف هذا البحث إلى تشخيصه هذا الفيروس باستخدام النباتات الكاشفة وومصلياً بواسطة الأشرطة المناعية ودراسة تأثير المكملات الغذائية المنتجة من العوامل الأحيائية (فطر *Ganoderm lucidium*، مستخلصات الأعشاب البحرية Alga600 و Neu-seaweed-35sl) في خفض الإصابة بفيروس WMV في نبات البطيخ الأحمر/الرقي.

مواد البحث وطرائقه

جمع النباتات المصابة وتشخيصها

أخذت عينات من نباتات البطيخ الأحمر/الرقي والخيار المزروعة في حقول قضاء تكريت وقضاء العلم، محافظة صلاح الدين (2021/2/15)، يظهر عليها أعراض الموزاييك بصورة واضحة.

مصدر الإصابة الأولية بالفيروس

تمّ الحصول على مصدر الاصابة الأولية بالفيروس من النباتات الوارد ذكرها في الفقرة أعلاه، ومن ثمّ جهز لقاح الفيروس من المستخلص النباتي، حيث وزنت الأوراق ووضعت في هاون خزفي وأضيف إليها محلول المنظم الفوسفاتي تركيز 0.1 مولر، ثم سحقت جيداً ورشح المستخلص بواسطة ورق الترشيح وتمّ استخدامه مباشرةً.

النباتات الكاشفة المستخدمة

زرعت بذور النباتات الكاشفة (الخيار، الطرعوزي، الكوسا، البطيخ الأحمر/الرقّي والبطيخ الأصفر) المستعملة في تشخيص الفيروس المسبب لأعراض الموزاييك على البطيخ الأحمر Watermelon mosaic virus (WMV) في أصص بلاستيكية تحتوي على تربة مزيجية معقمة ومخلوطة بالبيتموس. أجريت تجارب نقل الإصابة ميكانيكياً على النباتات الكاشفة بعد بلوغها مرحلة الورقة الحقيقية السادسة. عفّرت النباتات بالمادة الخادشة (الكاربوراندم)، وأعديت ميكانيكياً بالفيروس باستعمال مستخلص عصير من النباتات المصابة، وذلك بغمس اصبع السبابة في العصير الورقي الذي يحوي الفيروس، ثم اسندت الورقة المراد تلقيحها على راحة اليد الثانية ومسحت لمرة واحدة وباتجاه واحد بقوة ضغط مناسبة لإحداث العدوى، ثم غسلت الاوراق الملقحة بواسطة بخاخ غسل بلاستيكي يدوي، وحفظت النباتات في البيت البلاستيكي لمتابعة تطور ظهور الأعراض عليها.

التشخيص المصلي لفيروس WMV باستخدام الأشرطة المناعية

شخصت أعراض الإصابة على النباتات التي ذكرت في الفقرة أعلاه بواسطة اختبار الأشرطة المناعية الحاوية على المصل المضاد لفيروس WMV والمجهز على شكل أشرطة (Flash Kits) والتي تمّ الحصول عليها من شركة Agdia biofords الأمريكية، مع اتباع بروتوكول التشخيص وفقاً لتعليمات الشركة المنتجة

المعاملات المستخدمة في مكافحة الفيروس

تم الحصول على المكملات الغذائية المتمثلة بالفطر *Ganoderma lucidium* من شركة DXN الماليزية ومستخلصات الأعشاب البحرية من شركة Neufar GmbH الألمانية. حضر معلق الفطر بإضافة 1 غ من مسحوق الفطر *Ganoderma lucidium* إلى 10 مل من الماء المعقم المقطر وأضيف سقاية لكل نبات. كما حضر معلّق مستخلص الأعشاب البحرية Alga 600 وذلك بإضافة 0.75 غ من المسحوق إلى 1 ليتر من الماء المعقم المقطر وأضيف سقاية لكل نبات. كذلك حضر معلّق مستخلص الأعشاب البحرية Neuseweed-35sl بإضافة 2.5 غ من المسحوق إلى 1 ليتر من الماء المعقم المقطر وأضيف سقاية لكل نبات.

العدوى الميكانيكية بفيروس WMV في الحقل

بعد بزوغ بادرات الأصناف الثلاث لنباتات البطيخ الأحمر/الرقي في الحقل، أحضرت أصص تحتوي على النباتات المصابة بالفيروس والتي تم اعداءها مسبقاً، ووضعت في الحقل بواقع 2 أصيص للقطاع الواحد، وتركت النباتات للإصابة الطبيعية ومراقبة وجود الناقل الحيوي للفيروس وهو منّ القطن (*Aphis gossypii*) ومنّ الخوخ الأخضر (*Myzus persicae*)، وتمت متابعة ظهور الأعراض، ودونت أعراض الإصابة بالفيروس بعد 5 أيام من وضع أصص النباتات المصابة بالفيروس في الحقل، وشخصت الإصابة حسب الأعراض الظاهرية والفحص المناعي من خلال الأشرطة المناعية.

قياس مؤشرات التأثير الإمراضي لفيروس WMV على نبات البطيخ الأحمر/الرقي

تمّ قياس محتوى الكلوروفيل في مختبر الفسلجة النباتية، كلية الزراعة، جامعة تكريت، وذلك بأخذ 1.5 غ من الأوراق النباتية ووضعت في زجاجات حجمية وأضيف إليها 10 مل من كحول الايثانول (100%) وأغلقت وتركت بعيداً عن الضوء لمدة 24 ساعة، وبعدها أضيف 10 مل أخرى من الكحول إلى النموذج وكررت هذه العملية بعدها ثلاث مرات للحصول على الكلوروفيل بشكل كامل. بعد جمع الراشح قدِّر الكلوروفيل باستخدام جهاز المطياف الضوئي عند الاطوال الموجية 649–665 نانوميتر.

قيست المساحة الورقية بأخذ ثلاث أوراق من كل نبات من الأعلى والوسط والأسفل لكل مكرر (ثلاث نباتات) ثم وزنت. بعدها تمّ قطع قرص من طرف الورقة ثم وزنت الأقراص المقطوعة، وطبقت المعادلة التالية لحساب المساحة الورقية على الشكل التالي:

$$\text{المساحة الورقية (سم}^2\text{)} = \frac{\text{وزن الورقة} \times \text{مساحة القرص المعلوم}}{\text{وزن القرص معلوم المساحة}} \times 100$$

حسبت نسبة الإصابة على الشكل التالي:

$$\text{نسبة الإصابة \%} = \frac{\text{عدد النباتات المصابة}}{\text{عدد النباتات الكلي}} \times 100$$

كما حسبت شدة الإصابة للنباتات عن طريق حساب عدد النباتات المصابة حسب كل نبات اعتماداً على المقياس المرضي الذي تم إعداده في هذه الدراسة، ثم طبقت المعادلة التالية لحساب شدة الإصابة بالفيروس (Mckinney, 1923) باعتماد سلم إصابة 0–5:

$$\text{شدة الإصابة} = \frac{\text{عدد النباتات من الدرجة } 0\times0+\ldots+\text{ عدد النباتات من الدرجة } 5\times5}{\text{العدد الكلي للنباتات المفحوصة} \times \text{أعلى فئة}}$$

حيث: 0= نبات سليم، لا تظهر عليه أعراض إصابة، 1= أعراض تبرقش خفيفة، 2= تبرقش واضح مع زيادة مساحة الاصفرار، 3= اصفرار يشمل أغلب نصل الورقة، 4= إصفرار النبات بالكامل مع تجعد خفيف، 5= تجعد واضح واصفرار مع اختزال شديد في نمو قمم الفروع.

كما قيست أوزان الثمار (كمية الحاصل الكلي) عند نضجها تماماً وبشكل دوري بواسطة ميزان عادي.

تمّ تقدير نشاط أنزيم البوليفينول أوكسيداز (وحدة/مل) بتطبيق طريقة Hammerschmidt *et al.* (1982) في اختبار فعالية أنزيم البوليفينول أوكسيداز (وحدة/مل). تمّ وزن 1 غ من جذور النباتات وغسلت جيداً بالماء ثم قطعت وسحقت في هاون خزفي موضوع في حمام ثلجي للحصول على مستخلص جذور أوراق النباتات المصابة. أُضيف 5 مل من محلول المنظم الفوسفاتي درجة حموضته 6 إلى المستخلص أعلاه، ثم رشح المستخلص النباتي بواسطة طبقتين من الشاش، وبعدها وضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة 5000 دورة/دقيقة لمدة 20 دقيقة لضمان فصل الراشح عن الراسب. تم سحب الراشح النباتي والذي يحتوي على المستخلص الأنزيمي من أعلى الأنبوبة بمقدار 1 مل. أضيف 2 مل من محلول المادة الأساس للأنزيم (كاتيكول) إلى الراشح الأنزيمي، وتمت قراءته على الطول الموجي 470 نانوميتر بجهاز المطياف الضوئي. أخذت القراءات في مدتين احدهما في زمن الصفر والأخرى بعد 5 دقائق، وحسبت الفعالية الأنزيمية حسب المعادلة التالية:

$$\text{الفعالية الانزيمية} = \frac{\text{القراءة عند الدقيقة صفر - القراءة عند الدقيقة 5}}{0.01}$$

النتائج والمناقشة

تشخيص فيروس WMV باستخدام النباتات الكاشفة المختلفة

أشارت نتائج التجربة إلى أنه يمكن نقل فيروس WMV بسهولة إلى النباتات القرعية الأخرى من خلال التلقيح الميكانيكي، واختلفت الأعراض ومدة الحضانة حسب نوع العائل النباتي ودرجة استجابته وحساسيته للإصابة. ظهرت الأعراض المرضية بعد 7–12 يوماً من تاريخ العدوى الميكانيكية بالفيروس.

تشخيص فيروس WMV على نباتات البطيخ الأحمر/الرقي باستخدام اختبار الأشرطة المناعية

أظهرت نتائج الاختبار احتواء نباتات البطيخ الأحمر/الرقي والنباتات الكاشفة التي ظهرت عليها أعراض الاصفرار والتبرقش على فيروس WMV، إذ أعطت المستخلصات المأخوذة من أوراق هذه النباتات تفاعلاً إيجابياً مع المصل المضاد الكاشف لفيروس WMV، وظهر خط الترسيب الخاص بالاختبار بلون بني، ولم تبدِ الأشرطة التي استخدمت في اختبار النباتات السليمة أي تفاعل مما يدل على عدم وجود الفيروس.

تأثير المعاملات المستخدمة مختبرياً في نسبة إصابة نباتات البطيخ الأحمر/الرقي بفيروس WMV

يوضح شكل 2 تأثير المعاملات المستخدمة في معدل نسبة إصابة ثلاثة أصناف من نباتات البطيخ الأحمر/الرقي في التجربة المختبرية، حيث أعطى الصنف Charleston Gray أدنى نسبة إصابة في جميع المعاملات، وبناء عليه تم اعتماد هذا الصنف في التجربة الحقلية. وكان للفطر *G. lucidium* تأثير واضح في تثبيط الفيروس وتخفيض نسبة الإصابة في جميع الأصناف المختبرة، حيث بلغت 50% للصنف Charleston Gray و 52% للصنف Top yield و 55% للصنف

Casper. من المعروف أن الفطر *G. lucidium* يحتوي على مركبات متخصصة في تثبيط نشاط الفيروس أو تحفيز مقاومة النبات له، حيث أشارت دراسات سابقة أن للفطر أجساماً ثمرية، ميسليوم وأبواغاً تحتوي على ما يقارب 400 مركباً فعالاً تساعد في تحفيز المقاومة ضدّ المسببات المرضية مثل الأحماض الدهنية والمعادن والفيتامينات وعناصر أساسية أخرى، إضافة إلى احتواءه على مركبات مثبطة للفيروسات من أهمها عديدات السكريات والتي لها دور تضادي للفيروس داخل الأنسجة الحية وخارجها (الموسوي وآخرون، 2021). ويوضح الشكل 1 تأثير المعاملات المستخدمة مختبرياً في نسبة إصابة نباتات الرقي بفيروس WMV.

تأثير المعاملات المستخدمة في شدة إصابة نباتات البطيخ الأحمر/الرقي بفيروس WMV

أدت جميع المعاملات إلى خفض شدة الإصابة بفيروس موزاييك WMV على نبات البطيخ الأحمر/الرقي مقارنة بمعاملة الشاهد (فيروس فقط) (شكل 1)، وتفوقت معاملة الفطر *G. lucidium* (ميسيليوم فطري 50%+ جسم ثمري 50%) التي بلغت 0.30 مقارنة بمعاملة الشاهد المصاب التي بلغت شدة الإصابة فيها 0.74. إن انخفاض شدة الإصابة في المعاملات التي تحتوي الفطر *G. lucidium* نظراً لاحتوائه على عناصر غذائية تساعد في زيادة جاهزية النبات وخاصة النتروجين والفوسفور حيث يعدّ النتروجين من أهم العناصر الداخلة في بناء جزيئة الكلوروفيل وكذلك تكوين بعض الأحماض الأمينية التي تساعد في تكوين البلاستيدات الخضراء (Mehta & Jandaik, 2012 ؛Kim, 1999).

تأثير العوامل الأحيائية في بعض صفات النمو الخضري لنبات البطيخ الأحمر/الرقي تحت ظروف الاصابة بفيروس WMV

تشير النتائج في الجدول 1 أن جميع المعاملات حققت زيادة معنوية في نسبة الكلوروفيل والمساحة الورقية مقارنة بمعاملة الشاهد المصاب، وتفوقت معاملة الفطر *G. lucidium* (ميسيليوم فطري 50%+ جسم ثمري 50%) على بقية المعاملات التي بلغت فيها نسبة الكلوروفيل والمساحة الورقية 1.02 مغ/غ و 355.74 سم^2، على التوالي، مقارنة بمعاملة الشاهد المصاب التي بلغت 0.58 مغ/غ و 191.88 سم^2، على التوالي. قد تعود زيادة نسبة الكلوروفيل والمساحة الورقية إلى احتمال تحفيز نمو النباتات ومقاومة التأثير السلبي للإصابة بالفيروس، إذ تحتوي معاملة الفطر على الأحماض الدهنية والمنشطات والبروتينات والسكريات وتربينويد والتي لها آلية عمل مشابهة لمنظمات النمو لاحتوائها على الأوكسينات والجبريلينات مما يساعد على انقسام واستطالة الخلايا التي تعمل على تحفيز نمو النبات ومقاومة الأمراض (محمد والفهد، 2018).

جدول 1. تأثير المعاملات المستخدمة والأصناف وتداخلهما في نسبة الكلوروفيل (مغ/غ)، المساحة الورقية (سم^2) ووزن الحاصل (غ).

.**Table 1.** The effect of the treatments used, the varieties and their interaction on the chlorophyll content (mg/g), the leaf area (cm^2) and yield (g).

معدل تأثير المعاملة Treatment mean			الصنف Variety									المعاملات Treatments
			Casper			Top yield			Charleston			
وزن الحاصل Yield	المساحة الورقية Leaf area	نسبة الكلوروفيل Chlorophyll content	وزن الحاصل Yield	المساحة الورقية Leaf area	نسبة الكلوروفيل Chlorophyll content	وزن الحاصل Yield	المساحة الورقية Leaf area	نسبة الكلوروفيل Chlorophyll content	وزن الحاصل Yield	المساحة الورقية Leaf area	نسبة الكلوروفيل Chlorophyll content	
3977.8 b	314.57 c	0.91 c	3133.3 ef	296.17 defg	0.81 ghi	3800.0 de	309.37 cdefg	0.95 def	5000.0 bc	338.17 cde	0.99 cde	ميسيليوم فطري Mycelium
3755.6 b	294.78 cd	0.84 d	2600.0 efg	280.40 efg	0.76 hij	3500.0 de	274.73 fgh	0.85 fgh	5166.7 bc	329.20 cdef	0.90 efg	جسم ثمري Fruiting body
4733.3 a	355.74 b	1.02 b	3366.7 e	309.43 cdefg	0.90 efg	4666.7 cd	345.13 cd	1.03 bcd	6166.7 ab	412.67 ab	1.12 ab	ميسيليوم فطري + جسم ثمري Mycelium + fruiting body
3088.9 c	270.27 d	0.77 de	2600.0 efg	260.17 ghi	0.74 hij	3300.0 e	254.00 ghi	0.79 ghi	3366.7 e	296.63 defg	0.79 ghi	مستخلص neuseaweed35sl Extract of neuseaweed35sl
2633.3 c	227.83 e	0.73 e	1800.0 gh	250.50 ghij	0.70 ijk	2766.7 efg	213.60 ijk	0.73 hij	3333.3 e	219.40 hijk	0.76 hij	مستخلص Alga600 Extract of Alga600
1655.6 d	191.88 f	0.58 f	1233.3 h	195.87 jk	0.51 l	1733.3 gh	188.80 k	0.60 kl	2000.0 fgh	190.97 k	0.64 jk	شاهد مصاب Infected control
5022.2 a	388.69 a	1.09 a	3600.0 de	345.03 cd	0.94 def	5133.3 bc	366.17 bc	1.10 abc	6333.3 a	454.87 a	1.22 a	شاهد سليم Healthy control
			2619.0 c	276.79 b	0.76 c	3557.1 b	278.82 b	0.86 b	4481.0 a	320.27 a	0.91 a	متوسطات الأصناف Varieties average

القيم التي تتبعها الأحرف نفسها (أفقياً بالنسبة للأصناف وعمودياً بالنسبة للمعاملات) لايوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same letters (in the same row for varieties and same column for treatments) are not significantly different at P=0.05.

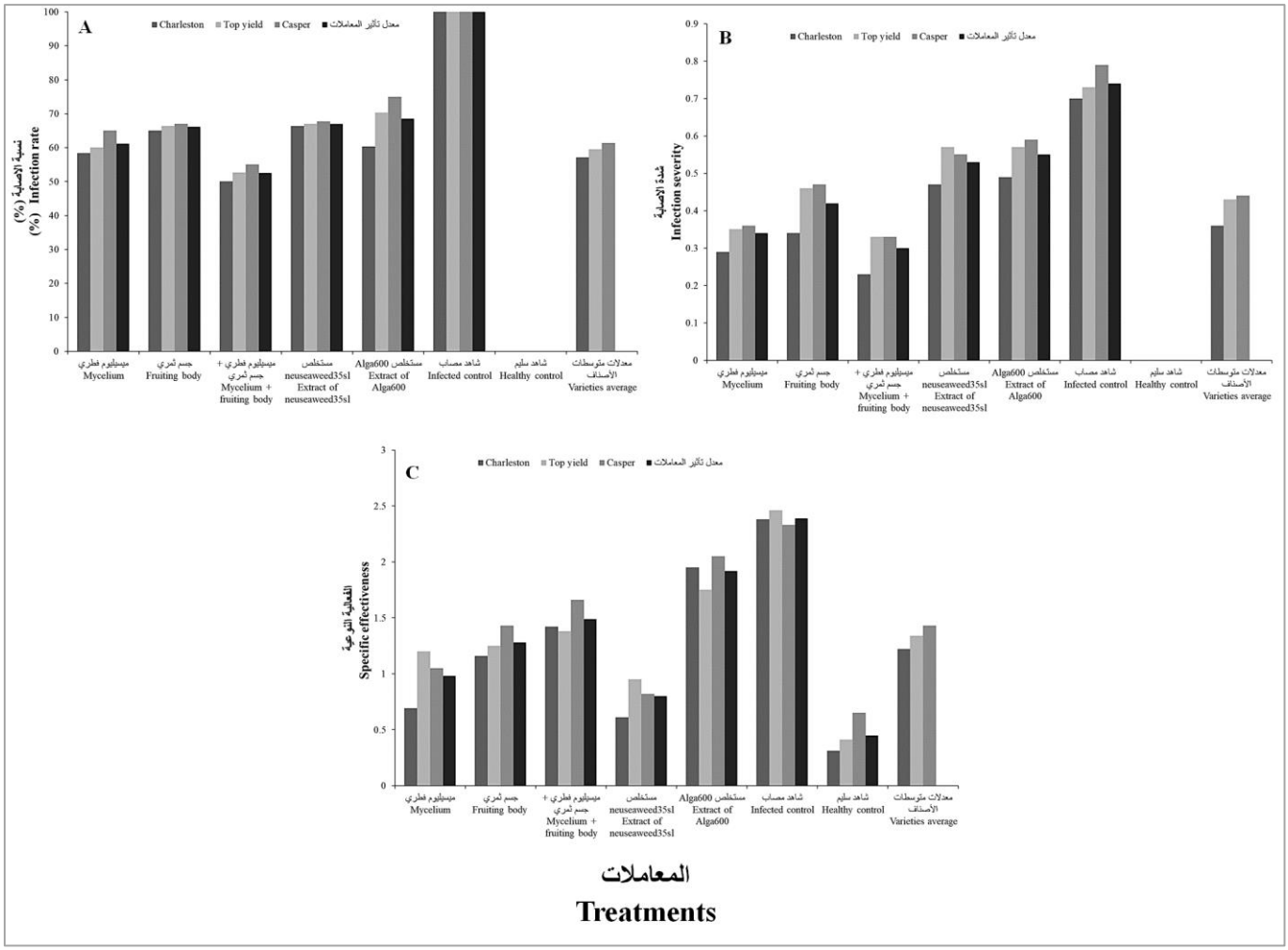
تأثير العوامل الأحيائية في وزن الحاصل لنبات البطيخ الأحمر/الرقي تحت ظروف الاصابة بفيروس WMV

حققت جميع المعاملات زيادة في وزن الحاصل مقارنة بمعاملة الشاهد المصاب، إذ تفوقت معاملة الفطر *G. lucidium* (ميسيليوم فطري 50% + جسم ثمري 50%) التي بلغت 4733.3 غ مقارنة بمعاملة الشاهد (فيروس فقط) التي بلغت 1655.6 غ (جدول 1). يعود تفوق معاملة الفطر لاحتوائه على بعض المركبات المهمة ذات التأثير المباشر في نمو النبات وتحمله للأمراض، ومن أهمها الجرمانيوم العضوي والستيرولات وفيتامينات ومعادن وعناصر أخرى مثل التربينات الثلاثية وهذا ما يتفق مع ما ذكره Mehta & Jandaik (2012). ومما يعزز النتائج المحققة في الحاصل هو ماسبقت دراسته من صفات النمو الأخرى في هذه الدراسة من زيادة كمية الكلوروفيل والمساحة الورقية فضلاً عن تقليل شدة الإصابة بها، والذي ينعكس بدوره على زيادة إنتاجية النبات.

تأثير المعاملات المستخدمة في الفعالية النوعية لأنزيم Polyphenol oxidase (وحدة/مل) لنبات البطيخ الأحمر/الرقي تحت ظروف الاصابة بفيروس WMV

أعطت جميع المعاملات المصابة بالفيروس والمستخدمة في التجربة زيادة في الفعالية النوعية لأنزيم البوليفينول اوكسيداز حيث حققت المعاملة Alga600 أعلى قيمة بلغت 1.92 وحدة/مل مقارنة بمعاملة الشاهد السليم 0.45 وحدة/مل (شكل 3).

تعزى زيادة الفعالية النوعية لأنزيم بوليفينول أوكسيداز في جذور نبات الرقي المعامل بفيروس WMV مقارنة بمعاملة الشاهد إلى تحفيز الفيروسات على إنتاج هذا الأنزيم في النبات المصاب، كما أشير سابقاً (Jayalakshmi *et al.*, 2009). كما لوحظ في مستخلص الجذور لنبات الرقي المصاب بالفيروس زيادة فعالية أنزيم Polyphenol oxidase وإنتاج مواد مثبطة، والذي يتفق مع ما نشر سابقاً (المراد، 2011).



شكل 1. تأثير المعاملات المستخدمة. A= نسبة الإصابة، B= شدة إصابة و C= تأثير المعاملات والاصناف وتداخلهما في فعالية النوعية لأنزيم البوليفينول أوكسيداز في نباتات البطيخ الأخضر المصابة بفيروس WMV.

Figure 2. The effect of treatments used. A= infection rate (%), B= Infection severity of infection and C: the effect of the treatments and varieties and their interaction on the specific effectiveness of the enzyme polyphenol oxidase. of watermelon plants infected with WMV.

Abstract

Sultan, Y.B. and M.A. Alfahad. 2024. The Effect of the Extract from the Different Growth Stages of the Fungus *Ganoderma lucidium* on the Infection of Three Watermelon Varieties with Watermelon mosaic virus. Arab Journal of Plant Protection, 42(4): 545-551. https://doi.org/10.22268/AJPP-001273

This study aimed to evaluate the effect of *Ganoderma lucidium* extract on Watermelon mosaic virus (WMV) infection of watermelon plants. Virus diagnosis was based on the symptoms produced on indicator plants, in addition to using the immunostrip assay. The treatment with the extract of *G. lucidium* mixture (mycelium + fruiting body) reduced WMV infection rate on all three watermelon cultivars, and was superior to all other treatments. The *G. lucidium* mixture extract was also superior in reducing the severity of WMV infection. The same treatment gave a significant increase in chlorophyll content, leaf area and specific activity of the enzyme polyphenol oxidase, in addition to the increase in crop yield.

Keywords: Watermelon mosaic virus, diagnosis, control, fungal extract.

Affiliation of authors: *Y.B. Sultan and M.A. Alfahad*, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tikrit University, Salaheddine Governorate, Iraq. *Email address of the corresponding author: maadh.alfahd@tu.edu.iq*

References

[Al-Moussawi, A.A., D.S. Alwindawi and A.K. Al-Saadawi. *2021. Study of the effect of Ganoderma lucidum mushroom extract and Saccharomyces cerevisiae bread yeast in protecting potato plants from infection by the pathogenic fungus Fusarium oxysporum. M.Sc. thesis, University of Baghdad.123 pp. (In Arabic)].*

Al-Musa, A.M. and A. Mansour. 1982. Some properties of a watermelon mosaic virus in Jordan. Plant Disease, 66:330-331. https://doi.org/10.1094/pd-66-330

El-Kewey, S.A., S.A. Sidaros and A.A. Deif. 1995. Studies on watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) affecting cucurbitaceous crops in Egypt. Pp.325-338. In*:* Proceeding of 6th National Conference of Pests and Diseases of Vegetables and Fruits in Egypt. November 25-26 1997, Ismailia, Egypt.

Fegla, G.I. and M.A. El-Mazaty. 1985. Studies on host range, properties and transmission of certain isolates of watermelon mosaic virus-2 in Egypt. Alexandria Journal of Agricultural Research, 30:945-955.

Hammerschmidt, R., E. Nuckles and J. Kuć. 1982. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotriccbum lagenarium.* Physiological Plant pathology, 20(1):73-82. https://doi.org/10.1016/0048-4059(82)90025-X

Jayalakshmi, S.K., S. Raju, S. Usha Rani, V.I. Benagi and K. Sreeramulu. 2009. *Trichoderma harzianum* L_1 as potential source for lytic enzymes and elicitor of defense responses in chickpea (*Cicer arietinum* L.) against wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*. Australian Journal of Crop Science, 3(1):44-52.

Kamberoglu, M.A., C. Desbiez and A.F. Caliskan. 2015. Characterization of an emerging isolate of Watermelon mosaic virus in Turkey. International Journal of Agriculture and Biology, 17(1): 211-215.

Kim, H.W. and B.K. Kim. 1999. Biomedical triterpenoids of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P.Karst. (Aphyllophoromycetideae). International Journal of Medicinal Mushrooms, 1(2):121-138. https://doi.org/10.1615/intjmedmushrooms.v1.i2.20

المراجع

المراد، نهال يونس محمد. 2011. قدرة بعض عزلات الفطر *Trichoderma* spp. على انتاج إنزيم السيليوليز ودوره في استحثاث المقاومة للفطر *Macrophomina phaseolina*. مجلة علوم الرافدين، 22:46-59.

[Al Murad, N.Y.M. *2011. The ability of some Trichodema spp. isolates in cellulose enzyme production and its role in inducing resistance to the pathogen Macrophinaphaseolina. Rafidayn Science Journal, 22:46-59. (In Arabic)].*

أحمد، بان علي ونبيل عزيز قاسم. 2019. تأثير بعض المستخلصات النباتية في فاعلية فيروس الموزاييك الاصفر للفاصولياء Bean yellow mosaic virus (BYMV). مجلة زراعة الرافدين، 47: 609-619.

[Ahmed, B.A. and N.A. Qasem. *2019. The effect of some plant extracts on the effectiveness of Bean yellow mosaic virus (BYMV). Rafidayn Journal of Agriculture, 47:609-619. (In Arabic)].*

الجهاز المركزي للإحصاء، العراق. 2020. انتاج المحاصيل الثانوية والخضراوات حسب المحافظات. وزارة التخطيط العراقية، مديرية الإحصاء الزراعي.

[Central Bureau of Statistics, Iraq. *2020. Production of secondary crops and vegetables by governorate. (In Arabic)].*

مهنا، أحمد محمد، حسن اوس علي، حرحوش العبيدي وهند نعمان. 2021. الكشف والتوصيف الجزيئي لفيروس موزاييك البطيخ الأحمر Watermelon mosaic virus (WMV) المنتشر على القرعيات في الساحل السوري. مجلة وقاية النبات العربية، 39(1):47-54. https://doi.org/10.22268/AJPP-39.1.047054

[Mouhanna, A.M., A.A. Ali Hasan and H.N.H. Alobaidi. *2021. Detection and molecular characterization of Watermelon mosaic virus (WMV) spread along the Syrian Coast. Arab Journal of Plant Protection, 39(1):47-54. (In Arabic)].* *https://doi.org/10.22268/AJPP-39.1.047054*

الموسوي، آمنة علي، درين صفوت الونداوي وأحمد كريم السعداوي. 2021. دراسة تأثير مستخلص الفطر *Ganoderma lucidum* وخميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* في حماية نباتات البطاطا من الاصابة بالفطر الممرض *Fusarium oxysporum*. رسالة ماجستير، جامعة بغداد.123 صفحة.

pathogenic Bacteria. Journal of Pure and Applied Microbiology, 6(4):1997-2001.

Priya, K., G. Thiribhuvanamala, A. Kamalakannan and A.S. Krishnamoorthy. 2019. Antimicrobial activity of biomolecules from mushroom fungi against *Colletotrichum capsici* (Syd.) Butler and Bisby, the fruit rot pathogen of chilli. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 8(6):1172-1186. http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2019.806.145

Shawkat, A.L.B. and G.I. Fegla. 1979. Identification of two viruses from eggplant and *Cucurbita pepo* in Iraq. Plant Disease Reporter, 63(3):235-238.

Kirk, P.M., P.F. Cannon, D.W. Minter and J.A. Stalpers. 2008. Dictionary of the Fungi (10th edition). CABI, IK. 2600 pp.

Kumar, A., P. Thakur and A. Handa. 2015. Serological detection of Watermelon mosaic virus-2 (WMV-2) infecting cucumber in Himachal Pradesh. International Journal of Farm Sciences, 5(1):104-109.

Mckinney, H.H. 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedling by *Helminthosporium sativum*. Journal of Agricultural Research, 26:195-217.

Mehta, S. and S. Jandaik. 2012. In vitro comparative evaluation of antibacterial activity of fruiting body and mycelial extracts of *Ganoderma lucidum* against

Received: July 18, 2022; Accepted: November 4, 2022

تاريخ الاستلام: 2022/7/18؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2202/11/4