إستحثاث إنتاج إنزيمي البيروكسيداز والبولي فينول أوكسيداز في نبات القرع (*Cucurbita pepo* L.) لمقاومة الإصابة بفيروس موزاييك الكوسا الأصفر

إسحاق إبراهيم أحمد الجبوري*، معاذ عبد الوهاب عبد العالي الفهد وخلف عطية محمد الجبوري

كلية الزراعة، جامعة تكريت، العراق.

*البريد الإلكتروني للباحث المراسل: Ishaq_i@st.tu.edu.iq

الملخص

الجبوري، إسحاق إبراهيم أحمد، معاذ عبد الوهاب عبد العالي الفهد وخلف عطية محمد الجبوري. 2026. إستحثاث إنتاج إنزيمي البيروكسيداز والبولي فينول أوكسيداز في نبات القرع (*Cucurbita pepo* L.) لمقاومة الإصابة بفيروس موزاييك الكوسا الأصفر. مجلة وقاية النبات العربية، 44(1):89-94. https://doi.org/10.22268/AJPP-001374

أظهرت نتائج التشخيص المناعي بواسطة تقنية الادمصاص المناعي المرتبط بالإنزيم (الإليزا) وجود فيروس موزاييك الكوسا الأصفر (ZYMV) في عينات نباتات القرع التي جمعت من حقول مناطق ناحية العباسي محافظة كركوك وناحية العلم محافظة صلاح الدين، والتي ظهرت عليها أعراض الموزاييك والتشوه والتقزم. أدى استخدام الفطر شيتاكي (*Lentinus edodes*) إلى تقليل الإصابة بالفيروس، من خلال تحفيز مقاومة النبات ضده وزيادة إنتاج إنزيمي البيروكسيديز والبولي فينول أوكسيداز وزيادة الحاصل. أعطى الفطر شيتاكي (معاملة 100%) أقل نسبة ومعامل إصابة بالفيروس والتي بلغت 61.83 و 19.32%، على التوالي، وأعطت معاملة شيتاكي 50% أعلى فعالية نوعية لإنزيم البيروكسيداز وبلغت 0.017 وحدة/مغ، كما أعطت معاملة المنشط الحيوي Isabion، الحاوي على مجموعة من الأحماض الأمينية، أعلى فعالية لإنزيم البولي فينول أوكسيداز وبلغت 0.036 وحدة/مغ بروتين. أما بالنسبة لحاصل النبات، بينت النتائج تفوق معاملة المنشط الحيوي Isabion حيث بلغت 5.355 كغ/النبات.

كلمات مفتاحية: القرع، فيروس موزائييك الكوسا الأصفر، ZYMV، إنزيم البيروكسيداز، إنزيم البولي فينول أوكسيداز.

المقدمة

يعدّ محصول القرع (*Cucurbita pepo* L.) أحد محاصيل العائلة القرعية (Cucurbitaceae)، وهو من محاصيل الخضر المهمة والذي يزرع في العراق في فصلي الخريف والربيع فضلاً عن زراعته في البيوت المحمية في فصل الشتاء. وتأتي أهمية القرع لقيمته الغذائية العالية، فيحتوي لبّ الثمار على كربوهيدرات، بروتين، كالسيوم، حديد، فسفور وعدد من الفيتامينات فضلاً عن بذوره التي تحتوي على 30% زيت، فيتامينات، معادن وبشكل خاص الزنك، وهو مصدر مهم للبروتين، فضلاً عن إستعمالاته الطبية. بلغ إنتاج محصول القرع لعام 2021 في محافظات العراق 35579 طناً بمساحةٍ بلغت 3.876 هكتاراً ومتوسط إنتاجية 616.6 كغ/هكتار (الجهاز المركزي للإحصاء، 2022). يُصاب القرع بالعديد من الأمراض والتي تسبب خسائر في المحصول ومن بينها الأمراض الفيروسية، ومنها فيروس موزاييك الكوسا الأصفر (Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV) الذي يتبع الجنس Potyvirus والعائلة Potyviridae.

تعدّ طريقة حثّ آليات المقاومة في العوائل الحساسة من الطرائق الحديثة في مقاومة الأمراض الفيروسية. توجهت البحوث في السنوات القليلة الماضية إلى إستخدام المكملات الغذائية الطبيعية لمقاومة الأمراض وخاصة الفيروسية وذلك لتحقيق نوع من التوافق والاستدامة في بنية العائل بعيداً عن التلوث بالمواد الكيميائية، التي لها تأثير سلبي في النظام البيئي. ونظراً لقلة الدراسات المتاحة التي تعنى بتحفيز المقاومة في النباتات ضدّ أمراض النبات الفيروسية، وللحاجة لإيجاد وسائل فعالة للسيطرة على الأمراض الفيروسية النباتية.

هدف هذا البحث إلى تقويم فعاليتي الفطر شيتاكي بثلاثة تراكيز، والمنشط الحيوي Isabion الحاوي على أحماض أمينية في تحفيز المقاومة في نباتات القرع ضدّ فيروس موزاييك الكوسا الاصفر.

https://doi.org/10.22268/AJPP-001374
© 2026 الجمعية العربية لوقاية النبات Arab Society for Plant Protection

مواد البحث وطرائقه

المسح الحقلي

أجري مسح حقلي في مناطق زراعة القرع (العلم، محافظة صلاح الدين والحويجة، محافظة كركوك) للكشف عن الإصابات الفيروسية للموسم الزراعي 2023، وكان عمر النبات أثناء المسح الحقلي (4–6 أسابيع). تمت عملية المسح بزيارة عدة حقول متباعدة في كل محافظة، وتمت ملاحظة ثلاثة خطوط منتظمة في كل حقل على أن تكون من الأطراف ومن الوسط (خط يمين الحقل، خط يسار الحقل، خط في وسط الحقل) وتمّ عدّ النباتات في كل خط لتحديد عدد النباتات الكلي إضافةً لعدّ النباتات المصابة في كل قطاع وذلك لحساب النسبة المئوية للإصابة في كل حقل من الحقول التي تم فحصها.

تهيئة الأرض وتصميم التجربة

تمت حراثة أرض التجربة حراثتين متعامدتين، ثم نعمت وسويت وقسمت إلى مروز/أثلام وبمسافة 1م بين مرز وآخر، ووزعت الوحدات التجريبية عشوائياً بواقع ثلاثة مكررات بحيث تحتوي كل وحدة تجريبية 12 نبات قرع سليم (صنف Wissam) مع نباتين مصابين بفيروس ZYMV، سبق تأكيد إصابتها بالفيروس وحسب الدليل المرضي وذلك لضمان وجود مصدر للإصابة الطبيعية في التجربة. وبعدها، تم نصب شبكة الري بنظام التنقيط نوع GR بواقع 8 ليتر/ساعة. أجريت عمليات الري وتعشيب ومكافحة الآفات على محصول القرع كلما تطلب ذلك. نفذت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة.

إعداد الأرض الزراعية للتجربة الحقلية

نفذت التجربة في الموسم الزراعي الخريفي 2023–2024 في إحدى الأراضي الزراعية التابعة لناحية العباسي، وتم إعداد أرض التجربة من ناحية الحراثة، التنعيم، التسوية وفتح المروز. قسمت التجربة إلى 3 قطاعات، المسافة بين القطاع والأخر 3 م ويحتوي كل قطاع على 14 وحدة تجريبية عوملت 12 منها بالفطر والمنشط الحيوي Isabion ومعاملتي شاهد، إحداها محمية بقماش الململ وخالية من الإصابة بالفيروس، بينما كانت معاملة الشاهد الثانية مصابة بالفيروس. بلغ طول الوحدة التجريبية 3 م، والمسافة بين الوحدة والأخرى 1 م.

الصفات المدروسة

نسبة الإصابة– قدرت نسبة الإصابة حسب المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الإصابة الحقلية (\%)} = \frac{\text{عدد النباتات المصابة}}{\text{العدد الكلي للنباتات المفحوصة}} \times 100$$

معامل الإصابة–تم إعتماد دليل مرضي لحساب معامل الإصابة (Disease index) بفيروس ZYMV حسب ما نشر سابقاً (McKinney, 1923) بالإعتماد على سلم قياس 0–5 لشدة الإصابة:

$$\text{معامل الإصابة \%} = \frac{\text{العدد الكلي للنباتات المفحوصة} \times 5}{\text{عدد النباتات من الدرجة } 0\times 0 + \ldots + \text{عدد النباتات من الدرجة } 5\times 5} \times 100$$

الكشف عن الفيروس بإستخدام طريقة الادمصاص المناعي المرتبط بالأنزيم (ELISA)

تم الكشف عن الفيروس بتقنية ELISA في العينات التي جمعت من الحقول التي ظهرت عليها أعراض المرض، وذلك باستخدام مصل متعدد النسيلة (Polyclonal) من انتاج شركة Agdia، واتباع تعليمات الشركة المصنعة.

جدول 1. دليل شدة الإصابة المرضي المستخدم في الدراسة.
Table 1. Disease severity scale used in this study.

شدة الإصابة Severity of injury	الوصف Description
0	نبات سليم (لا توجد عليه أعراض مرضية مرئية) Healthy (no symptoms of future illness)
1	شفافية العروق (1-20 %) من المجموع الخضري وبقع صفراء صغيرة في نصل الورقة. Transparency of veins (1-20%) of the shoot and small yellow spots in the leaf blade.
2	موزاييك (21–40%) من المجموع الخضري واصفرار متوسط. Mosaic (21-40%) of the shoot and moderate yellowing
3	اصفرار عام (41–60%) من المجموع الخضري وبداية تنخر أطراف الأوراق. General yellowing (41-60%) of the shoot and the beginning of leaf necrosis.
4	اصفرار عام (61–80%) من المجموع الخضري وتنخر حواف الاوراق واختزال مساحة الاوراق. General yellowing (61-80%) of the shoot, leaf necrosis, and leaf area reduction.
5	تجعد وتشوه نصل الورقة واختزال مساحة الاوراق الحديثة وعدم اكتمال نموها الى الحجم الاعتيادي وبداية موت النبات. Curling and deformation of the leaf blade, a reduction in the area of the new leaves, incomplete growth to the normal size, and the beginning of the plant's death.

تقدير كمية الحاصل الكلي للنبات

قدرت كمية الحاصل الكلي عن طريق جني كل معاملة على حدة ووزنها بواسطة ميزان اعتيادي وحساب حاصل كل نبات ولكل مكرر وبطريقة تراكمية.

تقدير فعالية إنزيم البيروكسيداز

اعتمدت طريقة Hammerschmidt *et al.* (1982) في اختبار فعالية إنزيم Peroxidase والذي عبر عن نشاطه من خلال "وحدة/مغ بروتين".

تقدير فعالية إنزيم البولي فينول أوكسيداز

قدرت كمية الإنزيم بحسب Mayer *et al.* (1966) بمزج 0.1 مل من راشح الإنزيم مع 2.5 مل من محلول Chatecol ولكل معاملة على حدة، وباستعمال جهاز المطياف الضوئي، تم قياس امتصاصية مزيج التفاعل على الطول الموجي 470 نانومتر، واستعمل في تحديد نشاط هذا الإنزيم نفس الوحدة التي استخدمت في تقدير نشاط إنزيم البيروكسديز.

التحليل الإحصائي

تم تحليل نتائج التجارب باستخدام برنامج الـ SAS (الراوي وعبد العزيز، 2000)، وتم تحديد معنوية الفروق بين المعاملات حسب اختبار دنكن متعدد المدى عند احتمال 5%.

النتائج والمناقشة

الكشف عن فيروس ZYMV بإستخدام طريقة طريقة الادمصاص المناعي المرتبط بالإنزيم (ELISA)

بينت نتائج الكشف المصلي بإستخدام تقانة إليزا لعدد من عينات القرع المصابة إصابتها بفيروس ZYMV.

أثر المعاملات المستخدمة وتوقيت استخدامها في النسبة المئوية للإصابة بفيروس ZYMV على نباتات القرع

بينت النتائج (جدول 2) تفوق معاملة الفطر شيتاكي بتركيز 100% على جميع المعاملات المستخدمة في التجربة، وأعطت أقل نسبة إصابة بالفيروس بمتوسط قدره 61.83%، تلتها معاملة الفطر شيتاكي بتركيز 50% بنسبة إصابة 63.52%. في حين أعطت معاملة المنشط الحيوي Isabion أعلى نسبة إصابة بلغت 69.52%. كذلك تفوقت معاملة نقع البذور التي أعطت أقل نسبة إصابة بمتوسط قدره 55.96%. إلا أن معاملة ما بعد الإنبات أعطت أعلى نسبة إصابة بمتوسط قدره 82.44%. وعند الجمع بين المعاملتين، تفوقت معاملة نقع البذور بمعلق الفطر شيتاكي 100% وأدت إلى أقل نسبة إصابة بلغت 48.0%، في حين سجلت معاملة نقع البذور بمعلق شيتاكي 50% نسبة إصابة بالفيروس بلغت 57.21%، وأعطت معاملة المنشط الحيوي Isabion بعد الإنبات أعلى نسبة إصابة وبلغت 70.82%.

جدول 2. تأثير المعاملات المستخدمة وتوقيت إستخدامها في النسبة المئوية للإصابة (%)، معامل الإصابة (%) وكمية الحاصل (كغ/نبات) لنباتات القرع المصابة بفيروس ZYMV.

Table 2. The effect of timing the treatments used on infection percentage (%), disease index (%) and squash yield (kg/plant) of *Cucurbita pepo* plants infected with ZYMV.

متوسط تأثير توقيت المعاملات Average effect of treatments timing			توقيت المعاملة Timing of treatment									المعاملات Treatments
			قبل الإزهار Before flowering			بعد الانبات After seed germination			نقع البذور During seeds soaking			
كمية الحاصل (كغ/نبات) Yield (kg/plant)	معامل الإصابة (%) Disease index (%)	نسبة الإصابة (%) Incidence (%)	كمية الحاصل (كغ/نبات) Yield (kg/plant)	معامل الإصابة (%) Disease index (%)	نسبة الإصابة (%) Incidencec (%)	كمية الحاصل (كغ/نبات) Yield (kg/plant)	معامل الإصابة (%) Disease index (%)	نسبة الإصابة (%) Incidence (%)	كمية الحاصل (كغ/نبات) Yield (kg/plant)	معامل الإصابة (%) Disease index (%)	نسبة الإصابة (%) Incidence (%)	
5.20 bc	29.46 c	64.49 c	5.20 dec	23.20 ed	66.68 c	5.60 ba	38.52 c	66.68 c	4.80 fg	26.68 d	60.11 d	شيتاكي 25% *L. edodes* 25%
5.12 c	28.33 b	63.52 d	4.60 ba	22.50 ed	66.68 c	5.20 dec	36.68 c	66.68 c	4.57 hg	25.82 ed	57.21 e	شيتاكي 50% *L. edodes* 50%
5.24 bc	19.32 e	61.83 e	4.87 feg	20.32 e d	66.68 c	5.50 bac	18.32 f	70.82 b	5.37 bdac	19.32 e	48.00 f	شيتاكي 100% *L. edodes* 100%
5.36 ba	21.24 d	69.44 b	5.07 fde	21.32 e d	66.68 c	5.70 a	20.82 d	70.82 b	5.30 bdc	21.68 ed	70.09 b	المنشط الحيوي Isabion
4.59 d	82.65 a	99.66 a	4.70 hg	84.98 a	99.66 a	4.37 h	77.98 b	99.66 a	4.70 hg	84.98 a	99.66 a	شاهد مصاب Infected control
5.49 a	00.00 f	00.00 f	5.60 ba	00.00 f	00.00 g	5.27 dc	00.00 f	00.00 g	5.60 ba	00.00 f	00.00 g	شاهد سليم Healthy control

القيم التي يتبعها نفس الاحرف في نفس الصف أو نفس العمود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same row or the same column are not significantly different at P = 0.05.

تأثير المعاملات المستخدمة وتوقيت استخدامها في النسبة المئوية لمعامل الإصابة (%) بفيروس ZYMV على نباتات القرع

بينت النتائج (جدول 2) تفوق معاملة الفطر شيتاكي 100% على جميع المعاملات المستخدمة وأعطت أقل معامل إصابة بمتوسط قدره 19.32%، تلتها معاملة المنشط الحيوي Isabion بمتوسط قدره 21.24%، وسجلت معاملة الفطر شيتاكي 25% أعلى معامل إصابة بمتوسط قدره 29.46%. أعطى توقيت المعاملة ما قبل فترة التزهير أقل معامل إصابة بمتوسط قدره 28.72%، بينما أعطى توقيت ما بعد الإنبات أعلى متوسط لمعامل الإصابة (32.05 %). وعند الجمع بين المعاملتين، كان هناك تفوق معنوي لمعاملة شيتاكي 100% بعد الإنبات التي أعطت أقل معامل إصابة وبلغ 18.32%، تلتها معاملة نقع البذور بمعلق شيتاكي 100% التي أعطت متوسط معامل إصابة بلغ 19.32%، بينما أعطت معاملة شيتاكي 25% بعد الإنبات أعلى معامل إصابة بلغ 38.52%.

قد يرجع تعليل تفوق معاملة الفطر شيتاكي بتركيز 100% في نسبة وشدة الإصابة إلى إحتوائها لأغلب المركبات التي يحتاجها النبات لتحسين النمو وأيضاً زيادة كفاءة البناء الضوئي (Gul *et al.,* 2014). كما لوحظ وجود تأثير معنوي للمعاملات التي تحتوي الفطر شيتاكي بجميع تراكيزه، وقد يعود ذلك الى كونه من الفطور ذات القدرة على تثبيط الإصابة بالفيروسات وذلك لإمتلاكها مركبات ذات فعالية في تثبيط العدوى الفيروسية، وهي إحدى الآليات المقترحة للمقاومة، إذ إن بعض المركبات، مثل التربينات وعديدات السكريات، تؤدي الى تحفيز تكوين البروتينات التي لها القدرة على تثبيط فعالية الفيروس عن طريق ارتباطها بالحامض النووي الفيروسي بواسطة إنزيم التضاعف Ribosome inactivating protein RIPs، وتؤثر في الرايبوسومات وتوقف عملية ترجمة الـ mRNA إلى بروتينات ذات علاقة بتضاعف الفيروس داخل الخلية (السامرائي، 2017؛ عايد والفهد، 2018؛ Mehta & Jandaik, 2012).

تأثير المعاملات المستخدمة وتوقيت استخدامها في كمية الحاصل (كغ/نبات) لنبات القرع المصابة بفيروس ZYMV

بينت النتائج بأن للمعاملات المستخدمة وتوقيت استخدامها وتداخلهما تأثير معنوي في صفة كمية الحاصل (جدول 2). تفوقت معاملة المنشط الحيوي Isabion على جميع المعاملات المستخدمة بمتوسط قدره 5.355 كغ/النبات، تلتها معاملة الفطر شيتاكي بتركيز 100% التي أعطت حاصلاً بلغ 5.244 كغ/النبات، في حين أعطت معاملة الفطر شيتاكي بتركيز 50% أقل متوسط حاصل بلغ 5.122 كغ/نبات. تفوقت معاملة استخدام المنشط الحيوي Isabion بعد الإنبات بمتوسط حاصل قدره 5.700 كغ/نبات على جميع المعاملات، في حين أعطت معاملة فطر شيتاكي 100% بعد الانبات حاصلاً قدره 5.600 كغ/نبات، وأعطت معاملة شيتاكي 50% عند نقع البذور أقل متوسط للحاصل وبلغ 4.566 كغ/النبات.

قد يرجع تعليل زيادة الحاصل ومكوناته عند إضافة المنشطات العضوية إلى أن هذه الأحماض أدت عند اضافتها للنبات إلى زيادة في النمو الخضري، كما أن للمنشطات العضوية دور في زيادة نشاط العمليات الحيوية داخل النبات وخصوصاً عملية البناء الضوئي المسؤولة عن تصنيع وانتقال المواد الغذائية من أماكن تكوينها إلى أماكن خزنها. تتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه بعض الباحثين سابقاً (السامرائي، 2017؛ القيسي وهلال، 2013) الذين بينوا أن الأحماض الأمينية قد لعبت دوراً فعالاً في زيادة انقسام وتوسع الخلايا وتشكيل الأعضاء وانعكس ذلك في زيادة وزن الحاصل.

تأثير المعاملات المستخدمة وتوقيت استخدامها في نشاط الفعالية لإنزيم البيروكسيديز (وحدة /مغ بروتين) على نباتات القرع

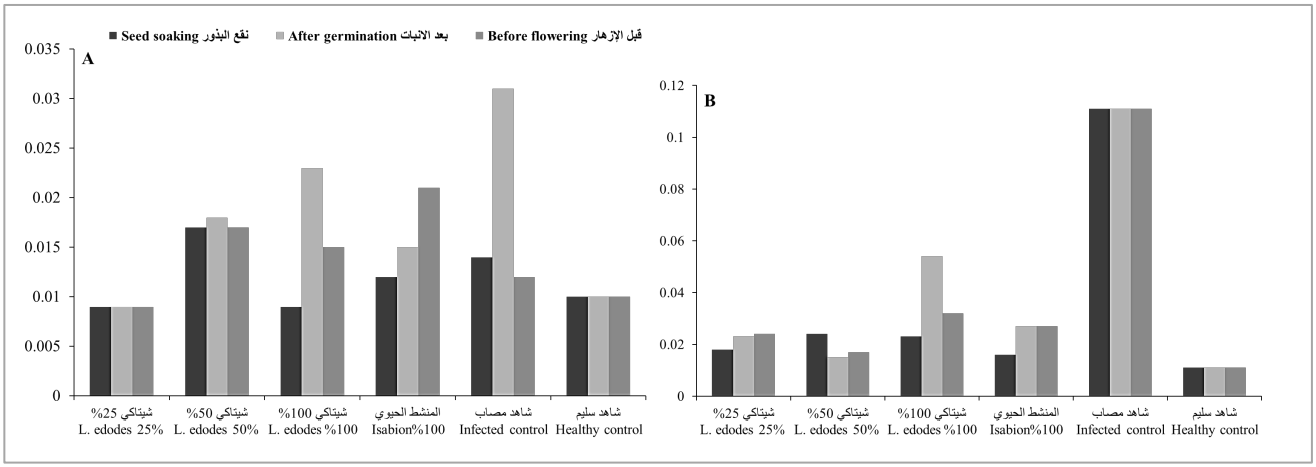
أعطت جميع التداخلات بين عاملي الدراسة زيادةً في تحفيز إنزيم البيروكسيديز، إلا أن معاملة الفطر شيتاكي بتركيز 100% بعد الإنبات تفوقت معنوياً على جميع المعاملات فأعطت 0.023 وحدة/مغ بروتين، في حين أعطت معاملة المنشط الحيوي Isabion قبل الإزهار فعالية إنزيم بلغت 0.021 وحدة/مغ بروتين في حين أعطت معاملة شيتاكي بتركز 25% لجميع التواقيت متوسط نشاط إنزيمي بلغ 0.009 وحدة/مغ بروتين (شكل A–1). لوحظ أن معظم المعاملات حفزت مقاومة نباتات القرع للفيروس من خلال زيادة إنتاج انزيم البيروكسيديز في نبات القرع، حيث يعد هذا الإنزيم أحد البروتينات ذات العلاقة بالإمراضية والذي يزداد تركيزه بعد تعرض النبات للإصابة بالمسببات المرضية أو عن طريق محفز خارجي غير ممرض (المجمعي، 2019؛ Strobel *et al.,* 1996) كما أن للإنزيم دوراً في الاستجابة لحالات فرط الحساسية، وهذا قد يقلل حركة الفيروس داخل النبات من خلية إلى أخرى، فيقلل من انتشاره في أنسجة النبات (العزاوي، 2014؛ Hibar *et al.,* 2007).

تأثير المعاملات المستخدمة وتوقيت استخدامها في نشاط إنزيم البولي فينول أوكسيداز (وحدة/مغ بروتين) على نباتات القرع

أشارت النتائج بأن جميع المعاملات وعند استخدامها بأوقات مختلفة أعطت زيادة في نشاط إنزيم البولي فينول أوكسيداز، إلا أن معاملة فطر شيتاكي بتركيز 100% بعد الإنبات تفوقت معنوياً على جميع المعاملات (شكل B–1)، حيث بلغ نشاط الإنزيم 0.054 وحدة/مغ بروتين، في حين أعطت المعاملة نفسها عند استخدامها قبل الإزهار نشاطاً إنزيمياً بلغ

0.032 وحدة/مغ بروتين، كما أعطت معاملة الفطر شيتاكي 50% بعد الإنبات أقل نسبة وبلغت 0.015 وحدة/مغ بروتين.

إن زيادة النشاط الإنزيمي نتيجة المعاملة بالفطر أعطت تأثيراً ايجابياً في استحثاث مقاومة نبات القرع الجهازية ضد الإصابة بالفيروس مما يتوافق مع ما نشر سابقاً (عبد وآخرون، 2017) حول إستحثاث مقاومة نبات الخيار في زيادة كمية الإنزيم من خلال معاملة البذور بالبكتيريا *B .subtilis* والفطر *Trichoderma* spp.



شكل 1. تأثير توقيت المعاملات المستخدمة في نشاط (A) إنزيم البيروكسيديز و (B) البولي فينول أوكسيداز (وحدة/مغ بروتين) في نباتات القرع.

Figure 1. Effect of the timing of different treatments used on the (A) peroxidase enzyme activity and (B) polyphenol oxidase (units/mg protein) on *Cucurbita pepo* plants.

Abstract

Al-Jubouri, I.I.A., M.A.A. Al-Fahad and K.A.M. Al-Jubouri. 2026. Induction of Peroxidase and Polyphenol Oxidase Enzymes Production in Pumpkins, *Cucurbita pepo* L. to Enhance Resistance to Zucchini yellow mosaic virus Infection. Arab Journal of Plant Protection, 44(1):89-94. https://doi.org/10.22268/AJPP-001374

Results obtained in this study identified the occurrence of Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) on pumpkins, *Cucurbita pepo* plants collected from the Al-Abbasi district, Kirkuk governorate, and Al-Alam district, Salah al-Din governorate. Diagnosis was based on symptoms produced and serological tests (ELISA). Disease symptoms observed were mosaic and deformation of leaves in addition to reduced plant growth. The Shiitake mushroom (*Lentinus edodes*) was superior in reducing virus infection by stimulating virus resistance and increasing the production of the peroxidase and polyphenol oxidase enzymes, and consequently increased yield. The shiitake mushroom (100% treatment) gave the lowest virus disease incidence and disease index of 61.83 and 19.32%, respectively. The 50% shiitake treatment gave the highest specific activity for the peroxidase enzyme, amounting to 0.017 units/mg protein, whereas the Isabion bio-stimulant treatment, which included a mixture of amino acids, gave the highest specific activity for the polyphenol oxidase enzyme, amounting to 0.036 units/mg protein. The results obtained also showed that the treatment with the biostimulant Isabion gave the highest yield of 5.355 kg/plant.

Keywords: Pumpkin, Zucchini yellow mosaic virus, ZYMV, peroxidase, polyphenol oxidase.

Affiliation of authors: *I.I.A. Al-Jubouri*, M.A.A. Al-Fahad and K.A.M. Al-Jubouri, College of Agriculture, Tikrit University, Iraq. *Email address of the corresponding author: Ishaq-i@st.tu.edu.iq*

References

المراجع

الجهاز المركزي للإحصاء. 2022.المجموعة الاحصائية السنوية، وزارة التخطيط .بغداد .العراق.

*[**Central Statistical Organization.** 2022. Annual Statistical Abstract. Ministry of Planning. Baghdad, Iraq.]*

الراوي، خاشع وعبد العزيز محمد. 2000. تصميم وتحليل التجارب الزراعية، الطبعة الثانية، دار الكتب للطباعة والنشر، كلية الزراعة، جامعة الموصل، العراق. 488 صفحة.

*[**Al-Rawi, K. and A. Muhammad.** 2000. Design and analysis of agricultural experiments, second edition, Dar Al-Kutub for Printing and Publishing, College of Agriculture, University of Mosul, Iraq. 488 pp. (In Arabic)].*

السامرائي، سحر. 2017. كفاءة بعض المعاملات الأحيائية في استحثاث المقاومة ضد فيروس *Maize dwarf mosaic potyvirus* لبعض السلالات وهجنها الفردية في محصول الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تكريت، العراق. 116 صفحة.

*[**Al-Samarrai, S.** 2017. Efficiency of some biological treatments in inducing resistance against Maize dwarf mosaic Potyvirus in some corn (Zea mays L.) lines and their individual hybrids. MSc thesis, College of Agriculture, Tikrit University, Iraq. 116 pp. (In Arabic)].*

العزاوي، مأرب أحمد عواد. 2014. عزل وتشخيص الفطريات المصاحبة لمرض تعفن جذور الباقلاء المتسبب عن الفطر

Rhizoctonia solani وانتخاب الانواع المثبطة للمرض كعوامل مكافحة احيائية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة- جامعة تكريت. 87 صفحة

*[**Al-Azzawi, M.A.A.** 2014. Isolation and identification of fungi associated with broad bean root rot caused by the fungus Rhizoctonia solani and selection of disease-inhibiting species as biocontrol agents. M.Sc. Thesis. College of Agriculture, Tikrit University, Iraq. 87 pp.]*

القيسي، وفاق أمجد وهاجر محمد هلال. 2013. تأثير مستخلص نبات الحلبة وفيتامين C على نمو وحاصل نبات الباقلاء (*Vicia faba* L.). مجلة ديالى للعلوم الزراعية، 5(1):105-117.

*[**Al-Qaisi, W. Amjad and H.M. Hilal.** 2013. The effect of fenugreek extract and vitamin C on the growth and yield of faba beans (Vicia faba L.). Diyala Journal of Agricultural Sciences, 5(1):105-117. (In Arabic)].*

المجمعي، أمجد خلف زيدان. 2019. كفاءة المستحضر النانوي للفطر *Ganoderma lucidum* ومستحضر الفطر *Monascus purpureus* في امراضية فيروس موزائيك الشجر Squash Mosaic Comovirus. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة تكريت|، العراق. 92 صفحة.

*[**Al-Majma'i, A.K.Z.** 2019. Efficacy of Ganoderma lucidum and Monascus purpureus nano-preparations in controlling Squash Mosaic Comovirus. MSc. Thesis, College of Agriculture, Tikrit University, Iraq. 92 pp.]*

عايد، بسمة ومعاذ عبد الوهاب الفهد. 2018. التشخيص الجزيئي والمقاومة الطبيعية للعزلة المحلية من فيروس فسيفساء الطماطة *ToMV* على محصول نباتات الفلفل البارد. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية، 18(3):108-116.

*[**Ayed, Basma and Moaz Abdul Wahab Al-Fahd.** 2018. Molecular diagnosis and natural resistance to a local isolate of Tomato mosaic virus (ToMV) on cold pepper plants. Tikrit University Journal of Agricultural Sciences, 18(3):108–116. (In Arabic)].*

عبد، رباب، هادي مهدي عبود وعلي هاشم المرسومي. 2017. دور بعض عوامل المقاومة الاحيائية الفطرية والبكتيرية في استحثاث مقاومة نبات الخيار ازاء الفطر *T*. مجلة وقاية النبات العربية، 35(2):93-102.

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

Hibar, K., M. Daami-Remadi and M. El Mahjoub. 2007. Induction of resistance in tomato plants against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* by *Trichoderma* spp. *Tunisian* Journal of Plant Protection, 2(1):47-58.

Mayer, A.M., E. Harel and R. Ben-Shaul. 1966. Assay of catechol oxidase: a critical comparison of methods. Phytochemistry, 5(4):783-789. https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)83660-2

McKinney, H.H. 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. Journal of Agricultural Research, 26:195-210.

Mehta, S. and S. Jandaik. 2012. In vitro comparative evaluation of antibacterial activity of fruiting body and mycelial extracts of *Ganoderma lucidum* against pathogenic bacteria. Journal of Pure and Applied Microbiology, 6(4):1997-2001.

Strobel, N.E., C. Ji, S. Gopalan, J.A. Kuc and S.Y. He. 1996. Induction of systemic acquired resistance in cucumber by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* 61 HrpZ(Pss) protein. The Plant Journal, 9(4):431-439. https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.1996.09040431.x

تاريخ الاستلام: 2024/5/29؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2024/11/1

Received: May 29, 2024; Accepted: November 1, 2024