مجلة الدراسات التربوية والعلمية - كلية التربية - الجامعة العراقية
العدد الرابع والعشرون - المجلد الخامس - علوم الحياة - كانون أول 2024 م
doi.org/10.52866/esj.2024.05.24.08

استحثاث المقاومة الجهازية لنبات الطماطة (*Solanum lycopersicum L*) ضد فايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (TYLCV)

سارة علي عبد القادر ، مهند عبد الرضا الوائلي
جامعة البصرة / كلية الزراعة - قسم وقاية النبات
aaaasaraali1@gmail.com

مستخلص:

أجريت هذه الدراسة في البيت البلاستيكي لمحطة الأبحاث الزراعية التابعة لكلية الزراعة / جامعة البصرة، خلال الموسم الزراعي 2022–2021 حيث هدفت هذه الدراسة الى إيجاد وسائل فعالة في مقاومة والحد من تأثير فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة عن طريق تأثير حامض السالسليك و السماد عالي البوتاسيوم في استحثاث مقاومة النبات ضد الفيروس إذ أجريت معاملتين، المعاملة الأولى عن طريق نقع بذور الطماطة بتراكيز مختلفة من محلول حامض السالسليك فقط (0، 75، 150، 200) ومن ثم زراعتها في اصيص والمعاملة الثانية كانت عن طريق معاملة نباتات الطماطة حقلياً بمحلول حامض السالسليك بالتراكيز (0، 75، 150، 200) ملغم/ لتر، بالإضافة الى معاملتها بثلاث مستويات من السماد البوتاسي (Agro-K) (0،100،200). بينت نتائج تجربة الاصيص عن تفوق تأثير حامض السالسليك للتركيز200 ملغ / لتر في كل من انزيم البيروكسديز وصفة الطول والوزن. كذلك بينت النتائج عن وجود تأثير معنوي لكل من حامض السالسليك وسماد البوتاسي في محتوى انزيم البيروكسيديز وصفات النمو حقليا، إذ بلغ أعلى معدل لإنزيم البيروكسديز عند تركيز 150 ملغ/ لتر من حامض السالسليك وعند مستوى 100 كغم / هكتار للسماد البوتاسي، في حين بلغ أعلى معدل لطول النبات عند تركيز 200ملغ / لترمن حامض السالسليك وعند مستوى 200 كغم/ هكتار من السماد البوتاسي. أما بالنسبة للوزن الكلي الرطب فقد تفوقت كل من المعاملة 200 ملغ/ لتر من حامض السالسليك و المستوى 100 كغم/ هكتار من السماد البوتاسي. بينما لم يكن هناك أي تأثير معنوي لكل من حامض السالسليك و السماد البوتاسي في المحتوى الفينولي للاوراق .

الكلمات المفتاحية : حامض السالسليك، TYLCV ، انزيم البيروكسيديز، البوتاسيوم ، *Solanum lycopersicum* .

Induced of Systematic resistance of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L) against *Tomato Yellow Leaf Curl Virus* (TYLCV)

Sarah Ali Abdul Qadir Muhannad Abdul Reda Al-Waeli
University of Basra, College of Agriculture , Department of Plant Protection

Abstract :

This study was conducted in the greenhouse of the Agricultural Research Station affiliated with the College of Agriculture, University of Basra, during the agricultural season of 2021–2022. The aim was to find effective means of resisting and reducing the effect of the tomato yellow leaf curl virus through the use of salicylic acid and potassium fertilizer to induce plant resistance against the virus. Two treatments were conducted. The first involved soaking tomato seeds in different concentrations of salicylic acid solution (0, 75, 150, and 200 mg/L) and then planting them in pots. The second treatment involved treating tomato plants in the field with salicylic acid in different concentrations (0, 75, 150, and 200 mg/L), in addition to treating them with three levels of potassium fertilizer (Agro-K) (0, 100, 200 kg/ha). The results of the potting experiment showed a superior effect of salicylic acid at 200 mg/L on both the peroxidase enzyme activity and plant height and weight. The results also indicated a significant effect of both salicylic acid and potassium fertilizer on the content of the peroxidase enzyme and growth traits in the field. The highest rate of the peroxidase enzyme was observed at a concentration of 150 mg/L of salicylic acid and a potassium fertilizer level of 100 kg/ha, while the highest plant height was reached at a concentration of 200 mg/L of salicylic acid and a potassium fertilizer level of 200 kg/ha. As for the total wet weight, the treatment involving 200 mg/L of salicylic acid and 100 kg/ha of potassium fertilizer showed superior results. However, there was no significant effect of either salicylic acid or potassium fertilizer on the phenolic content of the leaves.

Keywords: salicylic acid, TYLCV, peroxidase enzyme, potassium, *Solanum lycopersicum* .

المقدمة

يعد نبات الطماطة (*Solanum lycopersicum*L) أحد أهم النباتات الخضر الغذائية، ومن محاصيل الخضروات الأكثر إنتاجية في جميع أنحاء العالم، وله العديد من الفوائد والاستخدامات من حيث الاستهلاك المباشر في الحالة الطازجة ووصفات الطعام او من خلال استخدامها في الصناعات الغذائية أو في المستحضرات الصناعية ومنها مستحضرات التجميل (Hoppe وآخرون، 2002). ترجع الأهمية الاقتصادية لنبات الطماطة إلى كونها مصدراً رئيسياً ومهما للغذاء، إذ تحتوي على الفيتامينات والعناصر الغذائية و المعدنية المهمة، إذ وجد إن ثمرة واحدة متوسطة النضج ذات وزن يصل الى100 غرام تحتوي على ٪93.1 ماء و٪0.7 وبروتينات و٪3.4 كاربوهيدرات و٪0.3 نيتروجين، إضافة الى الكثير من الفيتامينات ومنها فيتامين A و K و B1 و B2 والثايمنين والنياسين وعدد من العناصر المعدنية المهمة مثل المغنيسيوم والبوتاسيوم والصوديوم والكاليسيوم والحديد وأملاح الفوسفات، فضلا عن الألياف والأحماض العضوية وبالأخص حامض الفوليك فضلا عن احتوائها على مضادات الاكسدة (Philip,2001 ; Ra-kha وآخرون ، 2011 ; وعيد وحنا ,2012; Perveen وآخرون، 2015 ; Audrius وآخرون، 2016 ; Melfi وآخرون، 2018).

يعود نبات الطماطة الى العائلة الباذنجانية Solana-cea, و يزرع في جميع أنحاء العالم تحت مختلف الظروف عن طريق الزراعة المكشوفة والمحمية (Jones، 2008). في العقدين الأخيرين زادت المساحات المزروعة بمحصول الطماطة و رافق هذا التوسع ظهور العديد من الأمراض و الآفات التى كانت غير معروفة سابقا أو لم تكن ذات أهمية اقتصادية تذكر إلا أنها أصبحت من الأمراض المهمة والمحددة للإنتاج في الوقت الحالي، ومنها أمراض بكتيرية وفطرية وكذلك الديدان الثعبانية والأمراض الفيروسية (Grube واخرون، 2000) .

يعد فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة *To-mato Yellow Leaf Curl Virus* (TYLCV) من بين اخطر الأمراض الفيروسية التي تصيب محصول الطماطة، حيث يسبب خسائر تصل الى ٪100 حسب الصنف المزروع وسلالة الفيروس والظروف البيئية، ويشكل اكبر تهديد لمحصول الطماطة و في فترة زمنية قصيرة (Moriones and Castillo, 2000)، حيث ينتشر الفيروس في العراق على نطاق العديد من المحاصيل وخاصة محاصيل الطماطة المزروعة في المزارع المكشوفة والبيوت البلاستيكية (المولى 2013). تظهر الأعراض على نباتات الطماطة المصابة بشكل التفاف وتجعد وصغر حجم الأوراق واصفرار حوافها وتقزم شديد للنباتات مما يؤدي الى خسائر كبيرة في الإنتاج وخاصة عند حدوث الإصابة فى الأطوار الأولى من النمو (Glick واخرون، 2009). يعود فايروس TYLCV الى جنس Begomovirus من عائلة الفيروسات التوأمية Gemi-niviridae والذي يتصف بامتلاكه شريط حلقي مفرد من الحامض النووي الرايبوزي منقوص الاوكسجين Single Strand DNA (ssDNA) (Gronenborn , 2007 ; Zerbini واخرون 2017).

استخدمت عدة طرق لاستحثاث المقاومة ضد فيروس TYLCV، ومن أهم هذه الطرق هو استعمال الأصناف المقاومة. بينت عدة دراسات إمكانية استخدام مركبات كيميائية أو حيوية تؤدي الى تحفيز المقاومة الجهازية في النبات واطلق عليها بالمقاومة المستحثة Induced Resistance (Sticher واخرون، 1997). حيث استخدمت عدة دراسات تراكيز مختلفة من حامض السالسليك في تحفيز المقاومة الجهازية للنباتات تجاه العديد من الأمراض وأثبتت كفاءتها ضد

بعض الفيروسات (Zehnder واخرون، 2001; Sam-ra واخرون، 2015 ; Zagier و Alfadhal, 2017)، بالإضافة الى إمكانية زيادة نشاط الأنزيمات المضادة للأكسدة عن طريق تحفيز المقاومة الجهازية للنباتات وتشكل البروتينات المرتبطة بالإمراضية (Li واخرون 2016).

ونظراً لأهمية محصول الطماطة، وخطر فيروس TY-LCV على هذا المحصول، و للبحث عن بدائل صحية واقتصادية وآمنة وصديقة للبيئة، وللسيطرة على هذا المرض، هدفت هذه الدراسة الى إيجاد وسائل فعالة في مقاومة والحد من تأثير الفيروس على نباتات الطماطة عن طريق تحفيز أو استحثاث مقاومة النبات ضد الفيروس .

المواد وطرائق البحث

الموقع والتصميم المستخدم

نفذت التجربة الحقلية في الموسم الصيفي لعام 2022 في محطة الأبحاث الزراعية التابعة لكلية الزراعة جامعة البصرة حيث تم تنفيذ التجارب داخل البيت البلاستيكي وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة Random Complet Block Design (RCRD)، في حين استخدم التصميم العشوائي الكامل لتجربة الاصيص Complet Randomized Design (CRD) . تمت مقارنة المتوسطات بأقل فرق معنوي L.S.D اعتماداً على مستوى احتمال 5٪ للتجارب الحقلية باستخدام البرنامج الإحصائي Genstat (الراوي وآخرون 2000).

عوامل التجربة

1. معاملة البذور بحامض الساسليك

وضعت مجموعة من بذور الطماطة صنف (Assel) في اطباق بتري زجاجي قطر 9 سم يحوي على ورق ترشيح ثم غمرت هذه البذور بمحلول حامض السالسليك بالتراكيز (200، 150، 75، 0) ملغم/ لتر بواقع طبق لكل تركيز. تركت الاطباق لمدة ليلة واحدة بعدها زرعت هذه البذور في أطباق فلينية وبعد وصول هذه النباتات الى 4 – 5 أوراق حقيقية أجريت العدوى الفيروسية لها، ثم زرعت في أصيص بلاستيكي .

2. معاملة نبات الطماطة بحامض السالسليك

زرعت بذور نبات الطماطة في اطباق فلينية وبعد وصول النباتات الى 4 او 5 أوراق حقيقية تم معاملة نباتات الطماطة وبتراكيز مختلفة من محلول حامض السالسليك (0،75، 150، 200) ملغم/ لتر (مجموعة من النباتات لكل تركيز). تركت النباتات 48 ساعة، ثم أجريت العدوى الصناعية لهذه النباتات. عوملت النباتات مرة أخرى بحامض السالسليك وبنفس التراكيز بعد اسبوعين من نقل الشتلات الى الحقل.

3. معاملة النباتات بمستويات مختلفة من السماد البوتاسي

عوملت نباتات الطماطة بسماد البوتاسي (Agro-K) و المنتج من قبل شركة المكسيكية Cosmocel بعد أسبوع من زراعتها في الحقل بالتراكيز (0، 100، 200) عن طريق السقي، وتركت لمدة اسبوعين ثم اعيدت المعاملة مرة اخرى .

4. الحصول على مصدر العدوى لفايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة TYLCV

جمعت مجموعة من نباتات الطماطة تظهر عليها أعراض ومنها التقزم وتجعد واصفرار الأوراق من بعض مزارع الطماطة في محافظة البصرة خلال الموسم الزراعي 2022–2021. تم إجراء الكشف الجزيئي للتحري عن النباتات المصابة بالفيروس باستخدام تقنية PCR قبل وبعد العدوى بالفيروس وباستخدام بادئ متخصص بالفايروس ((V1 (CP) Forward (EcoRI) EcoRI (Kim) and V1 (CP) Reverse واخرون، 2011). استخدمت النباتات التي تظهر تفاعلا موجبا

كمصدر للفيروس في التجارب اللاحقة .

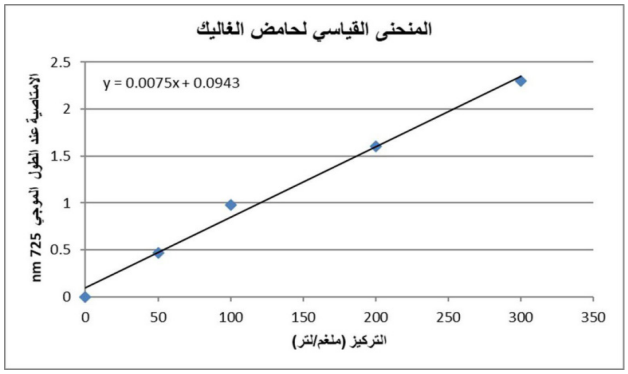
التجارب المختبرية

1- تقدير انزيم البيروكسيديز

تم استخلاص و تقدير إنزيم البيروكسيديز حسب طريقة Whitaker and Bernhard(1972). حيث تم استخلاص الإنزيم عن طريق خلط 25غم من نموذج الأوراق مع 125مل من محلول الاستخلاص المبرد) محلول دارئ فوسفاتي 0.25، حامض الاوكزاليك (pH 7.5 لمدة دقيقتين في خلاط سبق تبريده، واجري الطرد المركزي المبرد على درجة حرارة 4 مئوية بسرعة 10000دورة لمدة 30 دقيقة. استعمل الرائق في تقدير الفعالية الإنزيمية عن طريق مزج مادة التفاعل المحضرة آنيا مع محلول الكوايكول بتركيز 0.05 مولار، محلول بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 بتركيز 0.02 مولار ومحلول دارئ خلات الصوديوم بتركيز 0.1 مولار، PH: 5.5) مع الماء المقطر وبنسبة (7:1:1:1) حيث اضيف 6 مل من مادة التفاعل الى 0.2 مل من المستخلص الإنزيمي ومن ثم متابعة الفعالية الإنزيمية بواسطة قياس الامتصاص الضوئي على طول موجي قدره 420 نانو ميتر ولمدة 5-3 دقائق .

2- تقدير الفينولات الكلية لنبات الطماطة

قدر تركيز الفينولات في الأوراق حسب طريقة Melo واخرون 2005. إذ اخذ 1غم من العينة النباتية المجففة بواسطة الفرن الكهربائي على درجة حرارة 40 درجة مئوية لمدة 72 ساعة ثم طحنت بواسطة مطحنة كهربائية، أضيف لها 80 مل من الماء المقطر ووضعت في حمام مائي . اخذ 1مل من المستخلص المحضر وأضيف له 1.5مل من كاشف فولن (مخفف 10 مرات). بعد 5 دقائق، أضيف 1.5مل من كاربونات الصوديوم بتركيز ٪6. تم ضبط جهاز Spectrophotometer بواسطة المحلول القياسي المحضر من 1 مل من الماء المقطر مضاف له 1.5 مل من كاشف فولن و 1.5 مل من كاربونات الصوديوم تركيز ٪6. أخذت قراءة الامتصاصية للعينات وقدرت كمية الفينولات عن طريق تسقيط قراءات الجهاز على الطول ألموجي 725 nm على المنحنى القياسي المحضر باستخدام حامض الكاليك .



شكل 1: المنحنى القياسي لحامض الكاليك

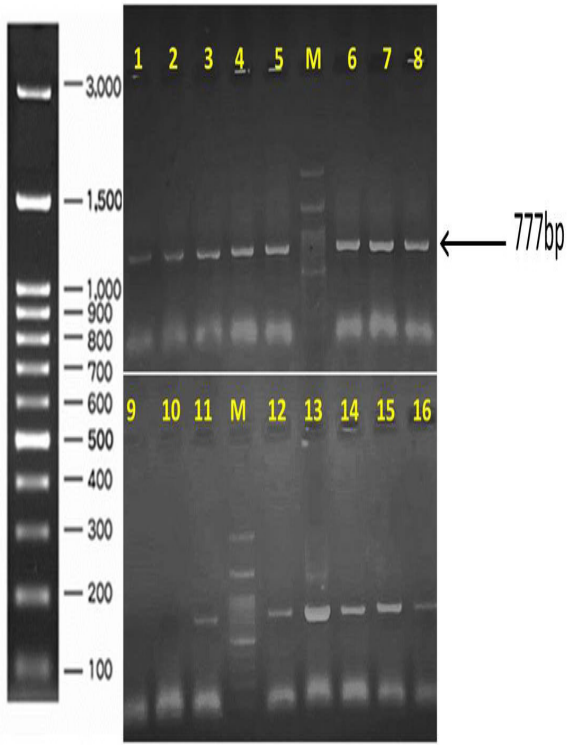
3- تقدير مؤشرات النمو

بعد أسبوعين من إجراء اخر معاملة بسماد عالي البوتاسيوم، تم قلع نباتات الطماطة وجمعها في اكياس بلاستيكية ونقلت الى مختبر الفيروسات لغرض حساب الوزن الرطب والطول، ومن ثم إجراء عملية تقدير كل من إنزيم البيروكسيديز و الفينولات. وتم وضع مجموعة من اوراق هذه النباتات في اكياس نظيفة وحفظت في المجمدة على حرارة – 20 لغرض اجراء التشخيص الجزيئي لفايروس TYLCV في هذه العينات.

النتائج والمناقشة

التشخيص الجزيئي

أظهرت نتيجة تفاعل PCR عن وجود الحزمة المطلوبة بطول 777bp. وظهرت الحزمة في جميع العينات التي انتخبت بصورة عشوائية للتأكد من نجاح عملية العدوى بالفيروس كما في شكل (2).



شكل (2) : الترحيل الكهربائي لتفاعل PCR بأستخدام البوادئ V1-(CP) Forward (*EcoRI*) و V1-CP Reverse (*EcoRI*) . العينات 8-1 تمثل نبات الطماطة التي اختبرت للتأكد من نجاح العدوى بفيروس TYLCV .العينات 16-10 تمثل اختبار عينات نباتات الطماطة التي انتخبت كمصدر للعدوى، M الـ 100bp Ladder ، 9 عينة سيطرة سالبة.

تأثير حامض السالسليك على محتوى انزيم البيروكسيديز والفينولات في أوراق نبات الطماطة في تجربة الأصص

بينت نتائج المبينة بالجدول (1) وجود فروق معنوية بين المعاملات للتراكيز المختلفة من حامض السالسليك قياساً بمعاملة السيطرة. إذ ازدادت نسبة انزيم البيروكسديز بالنبات ولجميع التراكيز المستخدمة وكان اعلى التراكيز تأثيرا في زيادة انزيم البيروكسديز200 ملغ/ لتر، اذ بلغت 526.1 وحدة/ مل قياسا بمعاملة المقارنة التي بلغت 207.4، كما واوضحت النتائج عدم وجود تأثير معنوي لتراكيز حامض السالسليك في محتوى أوراق نبات الطماطة من الفينول على الرغم من زيادة مستوى الفينول في النبات بازدياد تركيزحامض السالسليك. أشارت الدراسات الى إن أنزيم البيروكسيديز يعمل على أكسدة المواد المانحة للهيدروجين بوجود الماء وتحويلها الى مركبات شديدة السمية (فايتوالكسينات) التي توجد في النبات قبل الإصابة لكن يزداد تراكمها في الجدار الخلوي للنبات بعد الإصابة وتكون سامة للمسببات الممرضة للنبات فتتحفز الجينات المرتبطة بالدفاعات النباتية و التي تعيق تطور المرض وان هناك ارتباط بين زيادة فعالية إنزيم البيروكسيديز واستحثاث المقاومة الجهازية في النبات بفعل العوامل المستحثة (Lavania واخرون، 2006 ,Jeandet ; 2015 ,Ahmed).

جدول (1) : تأثير حامض السالسليك في محتوى أنزيم البيروكسيديز والفينولات في أوراق نبات الطماطة تجربة الأصص

تراكيز حامض السالسليك ملغم \ لتر	محتوى انزيم البيروكسديز وحدة \ مل	محتوى الفينول الكلي في الأوراق
عينه السيطرة	207.4	24.60
75	429.6	25.33
150	506.9	26.70
200	526.1	27.04
LSD	21.09	N.S(3.018)

تأثير حامض السالسليك والسماد البوتاسي في محتوى انزيم البيروكسيديز و الفينولات في نبات الطماطة في تجربة الحقل

يلاحظ من نتائج هذه التجربة زيادة معنوية في فعالية انزيم البيروكسديز كلما زادت معدلات تراكيز حامض السالسليك مقارنة مع معاملة المقارنة خصوصا عند التركيز 150 ملغم/ لتر اذ بلغ 360،3. وأيضا هنالك زيادة في فعالية انزيم البيروكسديز بزيادة معدلات سماد البوتاسيوم في نباتات الطماطة اذ بلغت 389،8 عند مستوى 100 كغم/ هكتار، غير إن هذه الزيادة عند مستوى 200 كغم / هكتار أدت الى تناقص مقدار انزيم البيروكسيديز. وقد يعزى ذلك الى دور البوتاسيوم في عملية تمدد الخلايا وعمل الانزيمات وان الزيادة في امتصاص هذا العنصر تؤثر على عملية تنظيم الانزيمات في النبات. يشير الجدول (2) الى وجود فروقات معنوية للتأثير المتداخل بين تراكيز حامض السالسليك و مستويات السماد عالي البوتاسيوم مقارنة بمعاملة المقارنة اذ بلغت اعلى قيمة معنوية 432،7 عند تركيز75ملغ/ لتر و100 كغم/ هكتارمن السماد البوتاسي في حين لم يؤشر هنالك اي تأثير معنوي لكل من حامض السالسليك والسماد عالي البوتاسيوم في محتوى الفينول الكلي لأوراق نبات الطماطة مقارنة بمعاملة السيطرة كما في الجدول (3). تتطابق هذه النتائج مع نتائج تجارب الأصيص من استخدام تراكيز من حامض السالسليك و السماد البوتاسي ليس له تأثير معنوي في محتوى الفينول الكلي للأوراق ويبدو ان السبب هو التباين في استجابة الانواع النباتية المختلفة لتراكيز وعدد الجرعات من حامض السالسليك. تتفق هذه النتيجة مع نتائج الدراسات السابقة التي لاحظت وجود اختلاف في استجابة انواع مختلفة من النباتات عند رشها بحامض السالسليك (Ejtahed واخرون 2015 ; Skrypnik واخرون 2022). لانزيم البيروكسيديز دور في حث المقاومة في النبات من خلال قدرته على تصنيع الفايتوالكسينات داخل النبات بواسطة اكسدة الفينولات وتحويلها الى كينونات تكون اعلى سمية للمسبب الممرض من المركب الأصلي، وأيضا يعمل على تخليق اللكنين والسوبرين السامة للكائنات الحية وتعد عوائق فيزيائية ضد المسبب المرضي للنبات (Barcelo واخرون، 1996).

جدول (2): تأثير حامض السالسليك و سماد البوتاسيوم في محتوى أنزيم البيروكسيديز في نبات الطماطة حقلياً

		تركيز حامض السالسليك ملغم \ لتر				معدل مستويات البوتاسيوم
		0	75	150	200	
سماد البوتاسيوم كغم\ هكتار	0	243.3	236.1	333.2	416.3	307.22
	100	358.9	432.7	358.0	409.5	389.77
	200	251.0	369.6	389.8	207.7	304.52
معدل تراكيز حامض السالسليك		284.4	346.13	360.33	344.5	
LSD 0.05	تأثير حامض السالسليك S = 30.56 تأثير سماد البوتاسيوم K = 26.47 تأثير التداخل بين حامض السالسليك و السماد البوتاسي K.S = 52.49					

جدول (3) تأثير حامض الساسليك و سماد البوتاسيوم في تقدير محتوى الفينول الكلي في أوراق نبات الطماطة حقليا

		تراكيز حامض السالسليك ملغم \ لتر				معدل مستويات البوتاسيوم
		0	75	150	200	
سماد البوتاسيوم كغم \ هكتار	0	24.71	24.76	24.39	24.43	57. 24
	100	26.27	25.18	24.10	24.79	25.08
	200	22.60	23.54	24.65	22.33	23.28
معدل تراكيز حامض السالسليك		24.53	24.49	24.38	23.85	
LSD 0.05	تأثير حامض السالسليك 1.592 = S تأثير السماد البوتاسي 1.379 = K تأثير التداخل بين حامض السالسليك و السماد البوتاسي 2.758 = K.S					

تأثير حامض السالسليك على بعض صفات النمو في نباتات الطماطة تجربة الأصيص

بينت نتائج التجربة والموضحة في جدول (4) تأثير حامض السالسليك على صفة الطول والوزن الكلي الرطب لنباتات الطماطة من وجود فروق معنوية للتراكيز المختلفة من حامض السالسليك، حيث ازدادت أطوال النبات كلما زاد التركيز وهذا انعكس أيضا على الوزن الكلي الرطب للنبات أيضا إذ ازداد الوزن الرطب الكلي للنبات بزيادة تراكيز حامض السالسليك مقارنة بمعاملة السيطرة. إذ بلغ أعلى معدل لطول النبات والوزن الرطب الكلي عند التركيز 200 ملغم / لتر 34.67 و80.33 على التوالي مقارنة بمعاملة السيطرة 23.00 و 12.67 . اوضح عبد الواحد وآخرون (2012) إن حامض السالسليك له دور مهم في تحسين بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للنباتات عند استخدامه رشاً بتركيز 100 ملغم / لتر إذ أدى الى زيادة ارتفاع النبات وعدد الأفرع والوزن الطري والجاف للأوراق وإلى ارتفاع محتوى الكاربوهيدرات والكلوروفيل في الأوراق، وهذا يرجع الى دور حامض السالسليك في تسريع تكوين صبغات الكاروتين والكلوروفيل وزيادة نشاط الانزيمات المهمة في النبات وعملية التركيب الضوئي، وان المعاملة المسبقة بحامض السالسليك بتركيز 300ملغم/ لتر لبذور *Bromus to-mentellus* حسنت طول الجذر وطول النمو الخضري وانبات البذور (Tavili وآخرون 2013).

جدول (4) تأثير حامض السالسليك على بعض صفات النمو في نبات الطماطة تجربة الأصص

تراكيز حامض السالسليك ملغم \ لتر	معدل طول النبات (سم)	معدل الوزن الكلي الرطب للنبات (غرام)
عينة السيطرة	23.00	12.67
75	24.83	12.00
150	30.67	36.33
200	34.67	80.33
LSD	4.491	6.711

تأثير حامض السالسليك وسماد عالي البوتاسيوم على بعض صفات النمو لنبات الطماطة حقلياً

بينت النتائج الموضحة في جدول (5) عن وجود تأثير معنوي بزيادة معدلات حامض السالسليك في صفة طول النبات. إذ بلغ أعلى طول 32،9سم عند تركيز 200 ملغ/لترمقارنة بمعاملة السيطرة 22،3سم. كذلك بينت النتائج عن وجود زيادة معنوية في صفة الطول للنبات بزيادة معدلات مستوى السماد البوتاسي مقارنة بمعاملة المقارنة والتي بلغت أعلى طول 30،09سم عند مستوى 200كغم/ هكتار. كذلك بينت النتائج وجود تأثيرمعنوي للتداخل بين تأثير كل من حامض السالسليك و السماد البوتاسي، اذ بلغ اعلى تأثير 35،83 سم عند تركيز0 ملغ/لتر ومستوى 200 كغم/هكتارمن حامض السالسليك والسماد البوتاسي بالترتيب يليه 35،37 سم عند تركيز200 ملغ/لتر ومستوى 0 كغم/هكتار من حامض السالسليك والسماد البوتاسي بالترتيب. بين (خلف ومهيدي 2020) ان لتراكيز حامض السالسليك 75 و 150 و 225 ملغم \ لتر تأثير معنوي لصفة الطول في النبات. اما بالنسبة الى تأثير مستويات من السماد البوتاسي، تتفق هذه النتيجة مع ماذكرة خلف ومهيدي (2020) عن وجود فروقات معنوية بين مستويات سماد عالي البوتاسيوم في صفة ارتفاع النبات حيث تحقق أعلى متوسط لارتفاع النبات (54.88 سم) عند 200 كغم/ هكتار والتي اختلفت عن المستويين 0، 100 كغم \ هكتار. وقد أدت المعاملة بحامض السالسليك الى زيادة طول الجذور في نبات (Miar Canola واخرون 2011) . كما بينت النتائج الموضحة في جدول (6) عن وجود تأثير لكل من حامض السالسليك والسماد البوتاسي في الوزن الرطب الكلي للنبات حيث أشارت النتائج الى وجود فروقات معنوية بين معدلات تراكيز حامض السالسليك مقارنة بمعاملة السيطرة. اذ بلغ اعلى وزن 58.2غم لمعدل 200 ملغ/ لتر مقارنة بـ 19.7 لمعاملة المقارنة، كذلك بينت النتائج الى وجود فروقات معنوية بين معدلات مستويات السماد البوتاسي مقارنة بمعاملة المقارنة اذ بلغ اعلى وزن 53.4 عند مستوى 100 كغم/ هكتار مقارنة بـ لمعاملة المقارنة، كذلك بينت النتائج الى وجود فروقات معنوية للتأثير المتداخل بين حامض السالسليك و السماد البوتاسي اذ بلغ اعلى وزن 73.3غم عند تركيز 0/ 200 حامض السالسليك/ سماد بوتاسيوم. يعود التأثير الإيجابي لحامض السالسليك في الصفات المظهرية للنباتات الى أهميته في التأثير على العمليات الكيميائية والفسيولوجية والحيوية في النبات. اكد Shafeek واخرون (2014) على الدور الإيجابي لحامض السالسليك في التأثير على العمليات الكيميائية والحيوية والفسيولوجية في النباتات كإمتصاص الأيونات وإنقسام واستطالة الخلايا وتمايز الخلايا والأنشطة الإنزيمية وتوليف البروتين ونشاط التمثيل الضوئي وارتفاع مضادات الأكسدة في النبات عند معاملة نبات *Phaseolus vul-garis* مرتين بعد 30 و 40 يوما من الزراعة بالتركيزين 50 و 100 ملغم \ لتر من حامض السالسليك، أذ أعطى زيادة معنوية في عدد الأوراق والأفرع وارتفاع النبات والوزن الجاف للأوراق وعدد القرنات للنبات ونسبة البروتين .

جدول (5): تأثير حامض السالسليك و سماد عالي البوتاسيوم والتداخل بينهما في صفة طول النبات (سم) حقليا

		تراكيز حامض السالسليك ملغم \ لتر				
		0	75	150	200	معدل مستويات البوتاسيوم
سماد عالي البوتاسيوم كغم\هكتار	0	22.30	24.43	29.34	35.37	27.86
	100	27.70	28.13	28.87	31.87	29.14
	200	35.83	28.83	24.03	31.67	30.09
معدل تراكيز حامض السالسليك		28.61	27.13	27.41	32.97	
LSD 0.05		تأثير حامض السالسليك S = 3.07 تأثير السماد البوتاسي K = 2.658 تأثير التداخل بين حامض السالسليك و السماد البوتاسي K.S = 5.317				

جدول (6) تأثير حامض السالسليك وسماد عالي البوتاسيوم والتداخل بينهما في صفة الوزن (غرام) حقلياً

		تراكيز حامض السالسليك ملغم \ لتر				معدل مستويات البوتاسيوم
		0	75	150	200	
سماد عالي البوتاسيوم كغم \ هكتار	0	19.7	29.7	48.0	73.3	42.67
	100	67.8	38.6	55.3	51.8	53.37
	200	42.7	41.1	30.0	49.4	40.8
معدل تراكيز حامض السالسليك		43.4	36.46	44.43	58.16	
LSD 0.05		تأثير حامض السالسليك S = 9.75 تأثير السماد البوتاسي K = 8.44 تأثير التداخل بين حامض السالسليك و السماد البوتاسي K.S = 16.88				

الاستنتاجات :

يعد فيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة من الفيروسات المنتشرة عالميا و المحددة للإنتاج حيث تصل الخسائر في بعض الأحيان الى ٪100 . جاءت هذه الدراسة لتتناول كيفية تقليل هذه الخسائر عن طريق تحفيز المقاومة الجهازية باستخدام تراكيز من حامض السالسليك والسماد البوتاسي. خلصت الدراسة الى إن معاملة البذور ب 200 ملغم/ لتر من حامض السالسليك كان له تأثيرا على كل من تركيز انزيم البيروكسيديز ومؤشرات النمو. وكان لكل من التركيز150 ملغم/ لتر حامض السالسليك ومستوى 100 كغم/ هكتار من السماد البوتاسي تأثيراً في زيادة تركيز إنزيم البروكسيديز في أوراق النباتات المزروعة في الحقل. بالنسبة لمؤشرات النمو فكان أفضل تركيز مؤثر لحامض السالسليك هو 200 ملغم/ لتر في حين كان تأثير السماد البوتاسي على مؤشرات النمو عند المستويين 100 و 200 كغم / هكتار. بالنظر لمدى خطورة هذا الفيروس فهناك حاجة إلى إجراء المزيد من الدراسات لمكافحة والحد من انتشار هذا العامل الممرض.

المصادر

عيد، اسماء اسماعيل وحنا، باسم دوس (2012) دراسة اقتصادية لأنتاج محصول الطماطم الشتوي بمحافظة اسيوط . مجلة اسيوط للعلوم الزراعية (6)(132-149): 43 .

الجهاز المركزي الاحصائي، وزارة التخطيط مديرية الاحصاء الزراعي . 2021. انتاج المحاصيل والخضروات، تقرير المحاصيل – والخضروات التجميعي لسنة 2020 – 2021.

الجهاز المركزي للأحصاء في وزارة التخطيط، (2022) التقرير السنوي حول تقديرات انتاج المحاصيل الثانوية والخضروات حسب المحافظات لسنة 2022 .

وزارة التخطيط والتعاون الائتمائي العراق (2019) الجهاز المركزي للإحصاء وتكنولوجيا المعلومات، التقارير الزراعية

أحمد عبد الجبار خلف، أسامة حسين مهيدي (2020) تأثير التسميد البوتاسي وحامض السالسليك في نمو وحاصل ونوعية محصول فول الصويا (Gly-cine max L) مجلة الدراسات التربوية والعلمية – كلية التربية – الجامعة العراقية العدد السادس عشر – المجلد السادس – علوم الحياة – أيلول 2020.

عبد الواحد « محمود شاكر عقيل هادي عبد الواحد رواء هاشم حسون . 2012. تأثير الرش بحامضي الأسكوربيك والسالسيليك في بعض الصفات الفيزيوكيميائية لشتلات النارنج المحلي .Citrus au-rantium L . مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية 1 (1): 1-13 .

المولى، عبد الكريم قاسم جر (2013) استخدام الطرائق الحيوية والجرينية وتحليل التتابع الجيني في دراسة فايروس تجعد واصفرار أوراق الطماطة في العراق وسبل مكافخته أطروحة دكتوراه كلية الزراعة جامعة البصرة .

الراوي ، خاشع محمود وخلف الله ، عبد العزيز محمد (2000) تصميم وتحليل التجارب الزراعية الطبعة الثانية، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، 488 صفحة.

Ahmed, G. A .(2016). Efficiency of some Antioxidants and Bioagents in Controlling Rhizoctonia Damping-off of Snap Bean. Middle East Journal of Applied Sciences. 6: 748-758.

Alfadhal, F., and Zagier S. S. (2017). Identification of Cucumber Mosaic Virus

(CMV) on eggplant by using some of indicator plants, Immunostrip assay and Molecules .20: 2770-2774. 39-50.

Ali ,H.Hamed (2012) tomato mosaic virus and tomato yellow leaf Curl Virus. Agricultural Sciences, 9(4): 92-107.

Audrius, R., Jonas, V., Rasa, K., Danguole J. and Pranas, V. (2016). Determination of tomato quality attributes using near infrared spectroscopy and reference analysis Zemdirbysie-Agriculture, 103(1) 91-97.

Barcelo, A.R; Zapata, J.M. and calderon, A.A. (1996). A basic peroxidase isoenzyme , marker of resistance against Plasmopara viticola in Grapevines, is induced by an Elicitor from Trichoderma viride in susceptible Phytopathology 144:309-313.

David ,A. and Philip, R .A. (2001).Fruit Processing :Nutrition ,Products ,and Quality .Management .Aspen Publishers,Maryland ,USA.

lor and Francis Group , 2nd ed. pp : 422.

Kim, S.H., Oh, S., Oh, T.K., Park, J.S., Kim, S.C., Kim, S.H., Kim, Y.S., Hong, J.K., Sim, S.Y., Park, K.S. and Lee, H.G., 2011. Genetic diversity of tomato-infecting Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) isolates in Korea. Virus genes, 42, pp.117-127.

Lavania,M., P.S. Chauhan, S.V.S. Chaulan ,H.B.Singh and C.S. Nautiya. (2006) . Induction of Plant Defense Enzymes and Phenolics by Treatment With Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Serratia Serratia marcescens Nbri.Current Microbiology .52:363-368

Melfi,M.T., Nardiello,D., Cicco, N., Candido,V .andCentonze, D.(2018). Simultaneous determination of water-and fat-soluble vitamins, lycopene and beta-carotene in tomato samples andpharmaceutical formulations: Double injection single run by reverse phase liquid chromatography with UV detection.J. Food Compost . Anal ., 70:9-17.

Melo, E. A.; Filho, J. M. and Guerra, N. B. (2005). Characterization of antioxidant compounds in aqueous coriander extract. Lebensm. Wiss .u. Techno., 38:15-19.

Miar, S. S.; F. Shekari; R. Fotovat and E. Zangani. (2011). The effect of priming by salicylic acid on vigor and seedling growth of canola (Brassica napus) under water deficit condition Journal of Plant Biology,55-70.

Mopiones, E.; J.Navas- Castillo (2000). Tomato yellow Leaf Curl virus an emerging viruses complex causing epidemics worldwide. Viruses research 71(1-2),123-134.

Perveen,R.,Suleria,H.A.R.,Anjum,F.M., Butt,M.S.,Pasha,I.andAhmad,S.(2015) Tomato (Solanum lycopersicum) carotenoids

Ejtahed RS, Radjabian T, Hoseini Tafreshi SA. Expression Analysis of Phenylalanine Ammonia Lyase Gene and Rosmarinic Acid Production in Salvia officinalis and Salvia virgata Shoots under Salicylic Acid Elicitation. Applied Biochemistry andBiotechnology. 2015; 176: 1846–1858.

FAO, (2019). Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: statistics database .

Glick,E.; Y. Levy and Y. Gafini 2009 , The viral etiology of tomato yellow Leaf Curl sease – A. Review . Plant Prote Ction Science ., 45: 81 – 97.

Gronenborn, B. 2007. Tomato yellow leaf curl virus, genome and function of its proteins. Pages 329-342. In: Tomato Yellow Leaf Curl Virus Disease: Management, Molecular Biology, Breeding for Resistance. H. Czosnek (ed). Springer , Dordrecht, The Netherlands. 447 pp . https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4769-5_5

Grube R C, Radwanski E R and Jahn M. 2000. Comparative genetics of disease resistance within the Solanaceae . Genetics 155:873-87.

Hoppe ,P.P.;Kramer ,k.;Berg ,H.V.A.;Steenge,G.and Vliet,T.V.(2002). Synthetic and tomato based Lycopene have identical bioavailability in humans Carotributions to the 13th. International Carotenoid Society Symposiam Hawaii,USA.

Jeandet,P.(2015). Phytoalexins: Current Progress and Future Prospects Molecules.20:2770-2774.

Jones, B.J. (2008). tomato plant culture in the field, greenhouse and home garden Tay-

pean Journal of Plant Pathology. 107:39-50.

Zerbini, F.M., R.W. Briddon, A. Idris, D.P. Martin, E. Moriones, J. Navas-Castillo, R. Rivera- Bustamante, P. Roumagnac and A. Varsani. 2017. ICTV Virus Taxonomy Profile: Geminiviridae. Journal of General Virology , 98:131-133 https://doi.org/10.1099/jgv.0.000738 .

and lycopenes chemistry ; metabolism, absorption , nutrition , andallied health claims —A comprehensive review. Crit Rev Food Sci Nutr., 55(7): 919–929.

Rakha, M., Scott, J. and Hutton,S. (2011) Identification of ichomes, loci and chemical compounds derived from Solanum habrochaites accession LA1777 that are associated with resistance to the sweet potato whitefly, Bemisia tabaci in tomato, Solanum lycopersicum. 43rd Tomato Breeders Roundtable Meeting. University of Florida. pp.31.

Rick, C. M. (1978). The tomato. Scientific American, 293(8): 67-76.

Shafeek, M. R.; Y. I. Helmy; A. A. Ahmed and M. A. A. Shalaby. (2014). Productivity of snap bean plants by spraying of some antioxidants materialsunder sandy soil conditions in plastic house. Middle East Journal of Agriculture Research , 3(1):100-105.

Skrypnik, L., Golovin, A., & Savina, T. (2022). Effect of salicylic acid on phenolic compounds, antioxidant and antihyperglycemic activity of Lamiaceae plants grown in a temperate climate. *Frontiers in Bioscience-Elite*, 14(1), 3.

Tavili, A.; M. Saberi; A. Shahriari and M. Heidari. (2013). Salicylic acid effect on Bromus tomentellus germination and initial growth properties under cadmium stress . Journal of Plant Research , 26(2):208- 216.

Whitaker, J.R.and Bernhard, R. A. (1972). Experiment for an introduction to enzymology. The Wibber Press.USA.

Zehnder, G.W.; J.F.Murphy; E.J. Sikora; and Kloepper. J.W. (2001). Application of rhizobacteria for induced resistance. Euro-