

## تأثير النحاس والسليكون وحمض الساليسيليك في تحفيز المقاومة الجهازية لنباتات الخيار ضد الفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz

الاء خضير حسان وصالح حسن سمير  
قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة بغداد، بغداد، أبو غريب، العراق.

### المخلص

حسان، الاء خضير وصالح حسن سمير. 2007. تأثير النحاس والسليكون وحمض الساليسيليك في تحفيز المقاومة الجهازية لنباتات الخيار ضد الفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 171-174.

هدفت هذه الدراسة إلى تقويم مقاومة مرض تعفن بذور وموت بادرات الخيار المتسبب عن الفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz باستخدام العناصر الغذائية وحمض الساليسيليك. أظهرت النتائج المخبرية أن لعنصر النحاس فاعلية عالية في خفض معدل نمو الفطر *P. aphanidermatum* وزيادة نسبة التثبيط التي بلغت 83.6% عند استخدامه بتركيز 25 مغ/ليتر، كما حقق عنصر السليكون تثبيطاً بلغت نسبته 81.9% عند التركيز 400 مغ/ليتر. وأظهرت النتائج أيضاً التأثير الإيجابي لكل من حمض الساليسيليك وعنصري النحاس والسليكون في خفض النسبة المئوية لموت البادرات وشدة الإصابة التي بلغت 0% و 3.3%، و 15%، و 0%، و 6.6%، على التوالي مقارنة مع معاملة الشاهد (فطر ممرض فقط)، فضلاً عن زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري.

كلمات مفتاحية: *Pythium aphanidermatum*، النحاس، السليكون، حمض الساليسيليك، نبات الخيار

### المقدمة

(7). تم اكتشاف التأثير العلاجي لحمض الساليسيليك في تثبيط حيوية ووقف نمو مسببات المرضية للنباتات فضلاً عن تحفيزه لآليات المقاومة الطبيعية للنباتات، إذ يعمل الحامض على زيادة كمية المركبات الفينولية المنتجة من قبل جذور النباتات التي تكون أساسية لإنبات وتطور تلك النباتات عن طريق دورها في تنظيم عملية التزهير وامتصاص العناصر وتنظيم عمل الثغور وكذلك في عمليات التركيب الضوئي، حيث يؤدي حمض الساليسيليك إلى حث مختلف الوظائف الفسيولوجية للنبات (12). هدفت الدراسة الحالية إلى اختبار فعالية بعض عوامل الاستحثاث في حماية بادرات الخيار من الإصابة بالفطر *P. aphanidermatum*.

### مواد البحث وطرائق

تأثير النحاس في نمو الفطر الممرض على الوسط المغذي استعمل في هذه التجربة عنصر النحاس بشكل كبريتات النحاس ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) وأضيفت تراكيز مختلفة منه إلى الوسط المغذي بطاها سكرور آجار (PSA)، بحيث بلغت التراكيز النهائية في الوسط المغذي 0، 10، 15، 20، 25 و 50 مغ/ليتر وذلك بعد تبريد الوسط المغذي إلى درجة حرارة 45 °س ومن ثم صب الوسط في أطباق بتري. زرع قرص بقطر 0.5 سم من حافة مستعمرة الفطر الممرض بعمر ثلاثة أيام في مركز كل طبق. نفذت التجربة بواقع أربعة

يتعرض محصول الخيار في جميع مراحل النمو للإصابة بمجموعة من الأمراض، ومنها أمراض تعفن البذور والجذور وموت البادرات المتسبب عن الفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz الذي يعد من الأمراض الفطرية الأكثر خطورة في الزراعة المحمية في العالم (10).

تسهم العناصر الغذائية بدور مهم في رفع قدرة مقاومة النباتات ضد مسببات المرضية سواء كانت فطرية، بكتيرية وفيروسية مما ينعكس ايجابياً في زيادة الحاصل وتحسين نمو النباتات (9). أشارت إحدى الدراسات أن عنصر النحاس يؤثر في معدل نمو الفطر الممرض *Phytophthora capsici* وذلك عن طريق خفض أعداد الأكياس السبورانجية وتقليل الأبواغ الهدبية للفطر الممرض، ووجد كذلك أن إضافة النحاس بمعدل 20 كغ/دونم بشكل كبريتات النحاس أدت إلى خفض معنوي للفطر الممرض مما أدى إلى زيادة إنتاج نباتات الفلفل (1). أما السليكون فقد استعمل في حث المقاومة الجهازية ضد العديد من الممرضات وفي محاصيل متنوعة (8، 9). ووجد أنه يمكن مكافحة مرض عفن جذور الخيار المتسبب عن الفطر *P. aphanidermatum* وذلك بإضافة أكسيد السليكون ( $\text{SiO}_2$ ) بتركيز 100 جزء في المليون إلى المحاليل المغذية لنباتات الخيار، حيث ساعد على زيادة كمية المحصول ونوعية الثمار والوزن الجاف

أربعة مكررات للمعاملة الواحدة وحضنت الأطباق عند درجة حرارة  $25 \pm 2$  °س. أخذت النتائج بقياس معدل الأقطار المتعامدة لكل طبق وتم حساب النسبة المئوية للتثبيط كما يلي:

$$\% \text{ للتثبيط} = \frac{\text{متوسط قطر الشاهد} - \text{متوسط قطر المعاملة}}{\text{متوسط قطر الشاهد}} \times 100$$

#### تأثير السيليكون في نمو الفطر الممرض على الوسط المغذي

استخدم في هذه التجربة عنصر السيليكون بشكل سيليكات الصوديوم ( $\text{NaSiO}_3$ ) وأضيفت التراكيز إلى الوسط المغذي PSA بحيث بلغت التراكيز النهائية في الوسط المغذي 0، 100، 200، 300، 400 و 500 مغ/ليتر. نفذت التجربة بواقع أربعة مكررات للمعاملة الواحدة وحضنت الأطباق عند درجة حرارة  $25 \pm 2$  °س بعدها احتسبت النسبة المئوية للتثبيط.

#### تأثير عنصري النحاس والسيليكون وحمض الساليسيليك في مكافحة الفطر على بادرات الخيار تحت ظروف البيت الزجاجي

نفذت التجربة في البيت الزجاجي وفق التصميم العشوائي التام (CRD) وبثلاثة مكررات لكل معاملة. حضرت أصص بلاستيكية تحوي على خليط تربة معقمة ببروميدي الميثيل، زرعت بذور خيار صنف "بيتا الفا" بعد تطهيرها سطحياً بمحلول 1% هيبوكلوريت الصوديوم بمعدل 15 بذرة/أصيص ثم خفت إلى 10 بادرات/أصيص. حضر لقاح الفطر الممرض عن طريق استخدام ثمار خيار كوسط طبيعي لإكثاره، حيث تم تطهيرها سطحياً بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم 1% وجرحت في منتصفها ثم لقحت بالفطر بقرص من مستعمرة الفطر الممرض نامية على مستنبت PSA. وضعت الثمار الملقحة داخل أكياس من البولي إيثيلين المعقمة وحضنت عند درجة حرارة  $25 \pm 2$  °س لمدة ثلاثة أيام. قطعت المساحة التي نمت عليها الفطر بغزارة إلى قطع صغيرة ووضعت بخلاط كهربائي بسرعة بطيئة ولعدة ثواني بما لا يؤثر في الفطر، حيث أضيف 750 مل ماء معقم لكل 250 غ ثمار وجمع المزيج في دوارق لغرض الاستعمال (4). أضيف اللقاح الفطري إلى الأصص بمقدار 400 مل/أصيص ثم سقيت التربة للحفاظ على مستوى رطوبي مناسب لضمان حيوية الفطر الممرض. اشتملت التجربة على معاملات الشاهد (بدون معاملة، تربة ملوثة بالفطر الممرض، معاملة النحاس في تربة معقمة، معاملة السيليكون في تربة معقمة، معاملة حمض الساليسيليك في تربة معقمة). أما مجموعة المعاملات فشملت إضافة كل من النحاس بمقدار 100 مغ/كغ تربة، عنصر السيليكون بمقدار 200 مغ/كغ تربة، حمض الساليسيليك بمقدار 100 مغ/كغ تربة مع البذور، ثم إضافة الفطر الممرض بعد ستة أيام ومعاملات

إضافة عنصر السيليكون وحمض الساليسيليك رشاً على النباتات. أضيف لقاح الفطر الممرض بعد ستة أيام من الزراعة، أما بالنسبة لمعاملات إضافة عنصر السيليكون وحمض الساليسيليك رشاً على النباتات فقد أضيف لقاح الفطر الممرض بعد عشرة أيام من الزراعة. أما اصص الشاهد (تربة غير ملوثة بالفطر) فأضيف لها ثمار خيار معاملة بالخطوات السابقة نفسها فيما عدا كونها غير ملقحة بالفطر الممرض. بعد يومين من إضافة اللقاح الفطري حسبت النسبة المئوية لموت البادرات كما في المعادلة التالية:

$$\% \text{ للموت} = \frac{\text{عدد النباتات الميتة}}{\text{العدد الكلي}} \times 100$$

بعد 21 يوماً من اللقاح الفطري، تم أخذ 5 نباتات من كل مكرر وحسبت شدة الإصابة باستخدام الدليل المرضي المؤلف من 5 درجات، حيث 0 = جذور سليمة، 1 = تلون الجذور الثانوية، 2 = تلون الجذور الثانوية وجزء من الجذر الرئيسي، 3 = تلون الجذر الرئيسي بالكامل من دون تلون قاعدة الساق، 4 = تلون الجذر الرئيسي وتغفنه وتلون قاعدة الساق. حسبت شدة الإصابة تبعاً لـ McKinney (11) كما يلي :

$$\text{شدة الإصابة} = (\text{عدد البادرات من درجة } 0 \times 0) + \dots + (\text{عدد البادرات من درجة } 4 \times 4) / (\text{العدد الكلي للبادرات}$$

$$\text{المفحوصة } 4 \times 100)$$

وسجل الوزن الجاف للمجموع الخضري والمجموع الجذري.

#### النتائج والمناقشة

##### تأثير عنصر النحاس في معدل نمو الفطر في الوسط المغذي

أظهر التحليل الإحصائي فروقاً إحصائية معنوية بين جميع تراكيز النحاس المستخدمة (جدول 1)، وأحدث التركيز 25 مغ/ليتر خفضاً معنوياً كبيراً في معدل قطر مستعمرة الفطر الممرض إذ بلغ 4.1 سم ونسبة تثبيط 83.6%. ويمكن تفسير ذلك بأن أيونات النحاس الاحادية والثنائية لها قابلية على الارتباط بالعديد من المجاميع الكيماوية الموجودة في الخلية الفطرية مثل مجموعة الأمين، الكربوكسيل ومجموعة الثايول لتكوين مركبات معقدة معها. ويكون هذا الارتباط مصحوباً بتثبيط الإنزيمات الرئيسية في الخلية الذي يؤدي في النهاية إلى موت الفطر (5).

##### تأثير عنصر السيليكون في معدل نمو الفطر في الوسط المغذي

أظهر التحليل الإحصائي فروقاً إحصائية بين تراكيز السيليكون المستخدمة (جدول 1)، وسبب التركيز 400 مغ/ليتر نسبة تثبيط بلغت 81.9%. وقد يعود سبب تحمل الفطر للتراكيز العالية من عنصر

العائل النباتي أو إلى تراكم السيليكون حول الخيط الفطري وتكوين حاجز أمام الإصابة في خلية العائل النباتي المصاب (8). ومن الممكن أن يقوم بتنشيط المقاومة الجهازية لنباتات الخيار من خلال تحفيز فعالية أنزيمات الـ Chitinase، Polyphenol Oxidases و Peroxidases بعد الإصابة بالفطر *Pythium* (7).

**جدول 2.** تأثير عنصر النحاس (Cu) والسيليكون (Si) وحمض الساليسيليك (SA) في نسبة الموت وشدة الإصابة بالفطر *P. aphanidermatum* (Pa) على نباتات الخيار تحت ظروف البيت الزجاجي.

**Table 2.** Effect of Copper (Cu) and Silicon (Si) nutrients and salicylic acid (SA) on incidence and disease severity of *P. aphanidermatum* (Pa) on cucumber plants under glass house conditions

الوزن الجاف (غ / نبات) Dry weight (g / plant)		شدة الإصابة (%) Infection intensity (%)	موت النباتات (%) Mortality (%)	المعاملات Treatments
المجموع الخضري Foliage weight	المجموع الجزري Roots weight			
0.90 f	0.46 e	0.0 e	0.0 d	تربة معقمة Sterilized soil
0.56 h	0.19 h	83.3 a	76.6 a	فطر ممرض (Pa) Pathogen (Pa)
2.07 c	0.64 c	0.0 e	0.0 d	تربة معقمة + Cu Sterilized soil + Cu
2.99 a	0.81 a	0.0 e	0.0 d	تربة معقمة + Si Sterilized soil + Si
1.00 e	0.46 de	0.0 e	0.0 d	تربة معقمة + SA Sterilized soil + SA
0.93 ef	0.46 e	15.0 d	3.3 d	تربة + Cu + Pa Soil + Cu + Pa
2.71 b	0.78 b	6.6 e	0.0 d	تربة + Si + Pa Soil + Si + Pa
1.13 d	0.47 d	28.3 c	13.3 c	رشا Si + Pa Pa + Si spray
1.11 d	0.43 f	3.3 e	0.0 d	تربة + SA + Pa Soil + SA + Pa
0.73 g	0.36 g	45.0 b	33.3 b	رشا SA + Pa Pa + SA spray

المعدلات ذات الاحرف المتشابهة في العمود الواحد لا تختلف فيما بينها معنوياً عند مستوى احتمال 0.05 باستخدام اختبار دنكن المتعدد الحدود.

Means with the same letter within a column are not significantly different according to (P = 0.05) Duncan's multiple range test

كما تبين أن لعنصر النحاس دوراً إيجابياً في خفض نسبة الموت وشدة الإصابة بالفطر الممرض، وقد يعود السبب في ذلك إلى تأثيره المباشر على البروتين فيحطمه، حيث أن أساس سميته للكائنات الدقيقة إما تأثيره غير المباشر فيكون بتشجيع مقاومة العائل النباتي بدوره الحيوي في تصنيع الخشبيين والذي يعد حاجزاً جزئياً في منع دخول العديد من مسببات المرضية (1، 5). وأشارت النتائج إلى تفوق معاملي إضافة عنصر السيليكون وحمض الساليسيليك إلى

السيليكون إلى قلة امتصاصه من قبل خلايا الفطر وبالتالي فإنه لا يتجمع داخل تلك الخلايا بتركيز مؤثر.

**جدول 1.** تأثير عنصر النحاس والسيليكون في نمو الفطر *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz (القيم المذكورة هي متوسط أربعة مكررات).

**Table 1.** Effect of Copper and Silicon nutrients in growth of *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz (Each value is the mean of four replicate).

% للتثبيط % inhibition	معدل قطر المستعمرة (سم) Mean radius of colony (cm)	التركيز (مغ/ليتر) Concentration (mg/L)
عنصر النحاس Copper element		
-	9.0 a	0
4.7	8.5 b	10
26.1	6.6 c	15
53.3	4.2 d	20
83.6	1.4 e	25
100.0	0.0 f	50
عنصر السيليكون Silicon element		
-	9.0 a	0
22.2	7.0 b	100
31.1	6.2 c	200
48.6	4.6 d	300
81.9	1.6 e	400
100.0	0.0 f	500

المعدلات ذات الاحرف المتشابهة في العمود الواحد لا تختلف فيما بينها معنوياً عند مستوى احتمال 0.05 باستخدام اختبار دنكن المتعدد الحدود.

Mean with the same letter's within a column are not significantly different according to (P < 0.05) Duncan's multiple range test

**تأثير المعاملة بعنصر النحاس والسيليكون وحمض الساليسيليك في مكافحة الفطر تحت ظروف البيت الزجاجي**

أوضحت نتائج الدراسة (جدول 2) أن المعاملات المدروسة قد خفضت بشكل معنوي كلاً من نسبة موت البادرات وشدة إصابتها بمرض تعفن الجذور، مقارنة مع معاملة الشاهد (فطر ممرض فقط). وقد أظهرت النتائج بأن إضافة كل من حمض الساليسيليك وعنصر السيليكون والنحاس إلى تربة ملوثة بالفطر الممرض قد حققت تلك المزايا والتي بلغت 0% و 3.3%، 0% و 6.6%، 3.3% و 15%، على التوالي مقارنة بالشاهد (فطر ممرض فقط) الذي بلغ 76.6% و 83.3%، على التوالي، وتأتي بعد ذلك في الترتيب المعاملة باستعمال عنصر السيليكون رشاً على المجموع الخضري للبادرات ثم معاملة إضافة حمض الساليسيليك رشاً على المجموع الخضري للبادرات (جدول 2). ويعزى سبب هذا الدور الإيجابي لحمض الساليسيليك إلى تأثيره المباشر في تثبيط العمليات الحيوية اللازمة لنمو مسببات المرضية وهو ما يؤدي إلى إضعافها ووقف نموها (13). كما يعزى السبب الإيجابي لعنصر السيليكون إما إلى طريقة التثبيط الفيزيائي بسبب منع اختراق أنبوبة انبات الفطر لخلايا بشرية

تتفق هذه النتيجة مع ما ذكره Chen وآخرون (6) الذين أشاروا أن امتصاص السيليكون من الجذور أسرع وأفضل. ولا بد من الإشارة إلى أن كفاءة عملية الإمتصاص عن طريق إضافة السيليكون إلى التربة أكثر من إضافته رشاً على البادرات، حيث أن عملية دخول الأيونات إلى داخل الأوراق هي عملية معقدة مقارنة بالامتصاص بواسطة الجذور، ويعود السبب في ذلك إلى أن طريقة نفاذية الأيونات إلى داخل الأوراق وانتقالها داخل الورقة، التي تحصل باختراق طبقة الكيوتكل أو بواسطة الثغور أو كليهما تتأثر بعدد من العوامل كالضوء والرطوبة والحرارة وعمر الورقة (2).

التربة الملوثة بالفطر الممرض مقارنة بمعاملة الرش على النبات في خفض نسبة الموت وشدة الإصابة بالفطر الممرض. وربما يعود السبب في ذلك إلى أن التغذية بواسطة الأوراق لا يمكن أن تعوض بشكل كامل عن تغذية النبات عن طريق الإضافة إلى التربة والامتصاص من قبل الجذور، لذا يمكن اعتبارها طريقة تكميلية (3). كما أظهرت النتائج تفوق معاملة إضافة عنصر السيليكون إلى التربة الملوثة بالفطر في معدل الوزن الجاف للمجموع الجذري والخضري معاً وبفروق معنوية مقارنة مع جميع المعاملات، تلتها معاملة إضافة عنصر السيليكون رشاً إلى تربة ملوثة (جدول 2).

## Abstract

**Hasan, A.K. and S.H. Samir. 2007. Effect of Copper and Silicon Nutrients and Salicylic Acid to Induce Systemic Resistance for Cucumber Plants Against *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. Arab J. Pl. Prot. 25: 171-174.**

This study was conducted in the College of Agriculture, University of Baghdad, to evaluate the effectiveness of using salicylic acid, copper and silicon nutrients in controlling cucumber damping-off caused by *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitz. Laboratory results showed that copper nutrient achieved significant reduction in growth and inhibition reached 83.6% to *P. aphanidermatum* when used at the rate of 25 mg /l. Silicon nutrient also achieved disease reduction of 81.9 % when used at 400 mg /l. Results revealed that salicylic acid, copper and silicon significantly reduced damping off incidence and severity as compared to the control treatment (pathogen only), in addition to the increase in roots and shoots dry weight.

**Key words:** *Pythium aphanidermatum*, copper, silicon, salicylic acid, cucumber.

**Corresponding author:** A.K. Hasan, Faculty of Agriculture, University of Baghdad, Abu-Ghraib, Baghdad, Iraq.

## References

- Datnoff, L.E., C.W. Deren and G.H. Snyder. 1997. Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. *Crop Protection*, 16(6): 525-531.
- Datnoff, L.E. and B.A. Rutherford. 2004. Effects of Silicon on leaf spot and melting out in Bermuda grass. *Environmental Institute for Golf and USGA*, 2(18): 1-6.
- McCullagh, M., R. Utkhede, J.G. Menzies, Z.K. Punja and T.C. Paulitz. 1996. Evaluation of plant growth promoting rhizobacteria for biological control of *Pythium* root rot of cucumbers grown in rock wool and effects on yield. *European Journal of Plant Pathology*, 102: 747-755.
- Mckinney, H.H. 1923. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedling by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*, 26:195-218.
- Papova, L., T. Pancheva and A. Uzunova. 1997. Salicylic acid: Properties, Biosynthesis and Physiological Role. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 23 (1): 85-93.
- Siegrist, J., W. Jeblick and H. Kauss. 1994. Defense Responses in Infected and Elicited Cucumber (*Cucumis sativa* L.) Hypocotyl Segments Exhibiting Acquired Resistance. *Plant Physiology*, 105 (4): 1365-1374.

## المراجع

- حسون، ابراهيم خليل ومحمود ابراهيم السامرائي ويوسف محمد ابو ضاحي. 1991. تأثير تركيز ايون النحاس على مرض تعفن سيقان وجذور الفلفل ومسببه الفطر *Phytophthora capsic*. *مجلة العلوم الزراعية*، 22(2): 60-56.
- الصحاف، فاضل حسين. 1989. أنظمة الزراعة بدون استخدام تربة. مطبعة التعليم العالي في الموصل، العراق. 320 صفحة.
- كو، م. كوان. 1993. المدخل الى ترب الحدائق. الاسمدة والماء. ترجمة نورالدين شوقي علي وثائر فاضل علوان. جامعة بغداد، العراق. 152 صفحة.
- المفرجي، عناد ظاهر وهناء حمد الزهرون وعلي حسين البهادلي. 1991. الادارة المتكاملة لمقاومة مرض تعفن جذور وقواعد سيقان الفلفل المتسبب عن الفطر *Phytophthora capsic*. *مجلة العلوم الزراعية العراقية*، 22(2): 78-70.
- Anonymous. 2001. Copper as a beneficial Nutrient in Agriculture. *Agmin Newsletter*, 221: 1-2.
- Chen, J., R.D. Caldwell, C.A. Robinson and R. Steinkamp. 2000. Silicon: The Estranged Medium Element. University of Florida, IFAS Extension, 1-7.
- Cherif, M., A. Asselin and R.R. Belanger. 1994. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*, 84(3): 236-242.

Received: June 20, 2006; Accepted: May 24, 2007

تاريخ الاستلام: 2006/6/20؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2007/5/24