

## الاختلافات المورفولوجية والقدرة الإمراضية لعزلات الجنس *Fusarium sp.* والمسببة لمرض الذبول الوعائي على بعض نباتات العائلة الباذنجانية في سورية

أحمد محمد مهنا\*    عمر ناجي حمودي\*\*  
ماجدة محمد مفلح\*\*    همام شعبان برهوم\*\*\*

### الملخص

مرض الذبول الوعائي من أخطر الأمراض الفطرية القاتنة للتربة على النباتات والتي تتبع الجنس *Fusarium* أكثر الأجناس المسببة لمرض الذبول الوعائي والذي يصيب بشكل أساسي الخضروات، والمحاصيل الزراعية، ونباتات الزينة العشبية المعمرة، والأعشاب. جمعت 63 عينة من ست محافظات سورية (دمشق، ريف دمشق، حماة، السويداء، اللاذقية وطرطوس) ومن عوائل مختلفة (البندورة، الفليفلة والباذنجان). تم عزل وتنقية هذه العزلات وتوصيفها مورفولوجياً، بالإضافة لقياس قدرتها الإمراضية. أمكن توصيف 59 عزلة مخبرياً منها 32 عزلة تنتمي للنوع *F. solani* منها ستة عزلات من نباتات البندورة و25 عزلة من نباتات الفليفلة وعزلة واحدة من نباتات الباذنجان، و26 عزلة تنتمي الى النوع *F. oxysporum* منها 11 عزلة مأخوذة من نباتات البندورة و15 عزلة من نباتات

\* قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

\*\* الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

\*\*\* مركز بحوث ودراسات مكافحة الحبيوية، كلية الزراعة، جامعة دمشق.

الفليفلة. تراوح معدل النمو على الوسط المغذي للمستعمرات (للمزارع) الفطرية بعد 10 أيام من 4.5 – 9 سم و 5.6-9 سم للنوعين على التوالي. تواجدت الأبواغ الكونيدية الكبيرة والصغيرة والأبواغ الكلاميدية في جميع العزلات. بلغ متوسط طول القطر الصغير والكبير للأبواغ الكونيدية الصغيرة بين 1.7-6.22 × 2.9-19.3 ميكرون على التوالي عند عزلات النوع *F. solani*، وبين 1.5-7.7 × 2.8-18.8 ميكرون على التوالي عند عزلات النوع *F. oxysporum*. تبين أن 48 عزلة من الفيوزاريوم كان لها القدرة على إحداث الإصابة على نباتات البندورة من الصنف ميريل، منها 21 عزلة تتبع للنوع *F. oxysporum* حيث تراوحت درجة الإصابة من 0.4 – 3.4 حسب السلم المستخدم، بينما أحدثت 28 عزلة تنتمي الى النوع *F. solani* الإصابة وتراوحت درجة الإصابة من 0.4-3.6. تأتي هذه الدراسة المورفولوجية المفصلة كمرحلة أولى تمهد لدراسة مرض الذبول الوعائي على بعض نباتات العائلة الباذنجانية جزئياً إضافة لمدى فعالية بعض المواد الحيوية في تحريض ورفع كفاءة مقاومة النباتات تجاه الإصابة بهذا المرض.

**الكلمات المفتاحية:** الذبول الفيوزارمي، *Fusarium*، الشدة الإمراضية، *F. oxysporum*، *F. solani*، توصيف مورفولوجي

## Cultural Morphological Variations and Pathogenicity of *Fusarium* sp. Isolates causing fusarium wilt on some species of solanaceae in Syria

Ahmad M. Mouhanna\* Omar N. Hamoudi\*\*  
Majeda M. Mofleh\*\* Humam. S. Barhoum\*,\*\*\*

### Abstract

*Fusarium* sp. is the most common disease cause of vascular wilt, mainly affecting vegetables, agricultural crops, perennial herbaceous plants and herbs. 63 samples were collected from different hosts (tomato, pepper and eggplant) planted in six Syrian provinces (Damascus, Rif-Demshq, Hama, Sweida, Lattakia and Tartous). 59 out of 63 isolates were successfully isolated, purified and morphologically characterized. 32 isolates were of *F. solani* (6 tomato, 25 Pepper and 1 Eggplant plant) and 26 isolates were of *F. oxysporum* (11 Tomato and 15 pepper plants). After 10 days, the growth rate of the fungal colonies on the nutrient culture was 4.5-9 cm for *F. solani* isolates and 5.6 - 9 cm for *F. oxysporum* isolates. Chlamydospores, Macroconidia and Microconidia were present in all isolates. The diameter of the small and large microconidia was intermediate 1.7- 6.22 × 2.9- 19.3 μm (*F.*

---

\* Dept. Plant Protection, faculty of Agriculture, Damascus University.

\*\* General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

\*\*\* Biological Control Studies and Research Center (BCSRC), faculty of Agriculture, Damascus University.

*solani*) and between 1.5 - 7.7 × 2.8 -18.8 µm (*F. oxysporum*). Disease severity was measured of 48 isolates, so it was 21 isolates of *F. oxysporum* infectious, with infection rate from 0.4 to 3.4 according to the ladder used, while 28 isolates of *F. solani* with infection rate from 3.6- 0.4. This is the first stage of studying the fusarium wilt disease in addition to the effectiveness of some biotic substances in stimulating and increasing the resistance of plants against this pathogen.

**Key words:** Fusarium wilt, Fusarium, , *F. oxysporum*, *F. solani*, Morphologically characterization, Disease severity.

### مقدمة:

تحتل البندورة *Solanum lycopersicum* L. مركزا اقتصاديا هاما لما تتسم به من قيمة غذائية، اذ تأتي في المرتبة الثانية بين محاصيل الخضار في العالم بعد البطاطا *Solanum tubersum* L. (FAOSTAT، 2017). ازداد الاهتمام بها عالميا، ليس فقط لتسويقها طازجة، وإنما كونها تدخل في تكوين العديد من الأغذية المصنعة والمستحضرات الصيدلانية (Georgé وزملاؤه، 2004). للزراعات المحمية في سورية وخاصة البندورة منها أهمية اقتصادية كبيرة، وتحتل زراعتها مرتبة متقدمة بين الخضار المزروعة سواء في البيوت المحمية او الزراعات المكشوفة للمنطقة الساحلية. حيث تنتج محافظتي اللاذقية وطرطوس 98.6% من البندورة المنتجة في البيوت المحمية في سورية (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2017).

يُعزى انخفاض إنتاج العديد من نباتات الخضار ومنها البندورة إلى قابليتها للإصابة بالعديد من العوامل الممرضة منها الفطرية والبكتيرية والفيروسية والنيماطودا، والتي تشكل عائقاً رئيساً أمام زراعتها (Barone and Frusciante، 2007). يعد مرض الذبول الوعائي من أهم الأمراض الفطرية وخاصة في الزراعات المحمية. كما يعد الجنس *Fusarium* أكثر الأجناس المسببة لمرض الذبول الوعائي أهمية، إذ يصيب الخضروات، والمحاصيل الزراعية، ونباتات الزينة العشبية المعمرة، والأعشاب، حيث له العديد من الأشكال المتخصصة بكل عائل تعرف باسم *Formae-Specialis* وتمتازة وراثياً عرف منها حتى الآن 75 نمطاً (Bogale وزملاؤه، 2006). تتميز النباتات المصابة بمرض الذبول الوعائي بشكل عام اصفرار وذبول على المجموع الخضري يبدأ من قاعدة النبات وتتكشف تدريجياً حتى يموت النبات، وعند إجراء مقطع عرضي في الساق يظهر تلون للأنسجة الوعائية بلون بني، إضافة إلى إنتاجية منخفضة وأحياناً غائبة، فتتراوح نسبة الفاقد في المحصول نتيجة الإصابة بهذا المرض بين 30 إلى 40%، وقد ترتفع في بعض الأحيان لتصل إلى 80% في ظل ظروف بيئية مناسبة

(Kirankumar 1988, Kapoor) ; وزملاؤه، 2008). وصف حتى الآن ثلاث سلالات فيزيولوجية Physiological races (1 و 2 و 3) من هذا الفطر تصيب نبات البندورة (Kawabe وزملاؤه، 2005). عادة تفشل المكافحة الكيميائية وتبخير أو تعقيم التربة في السيطرة على مرض الذبول الوعائي، ويعد استخدام الأصناف المقاومة او المتحملة للإصابة هي الطريقة الأكثر ثقة (Yasushi and Tsutomu، 2006). نظراً للانتشار الواسع لمرض الذبول الوعائي في الساحل السوري، وقلّة الدراسات عنه، فقد هدف هذا البحث إلى إجراء دراسة مورفولوجية مفصلة للعامل المسبب لمرض الذبول الوعائي والتي تتبع للجنس *Fusarium sp.*، بالإضافة لتحديد قدرتها الإمراضية. وتأتي هذه الدراسة كمرحلة أولى ضمن مشروع بحثي أوسع يهدف لدراسة مسببات مرض الذبول الوعائي شكلياً وجزئياً ومدى فعالية بعض العوامل الحيوية في تحريض ورفع مقاومة النباتات تجاه الإصابة بهذا العامل الممرض.

### مواد البحث وطرائقه:

#### المسح الحقلي:

جمعت 63 عينة من ست محافظات سورية (دمشق، ريف دمشق، حماة، السويداء، اللاذقية وطرطوس) من مناطق مكشوفة (الحقول) ومن بيوت محمية، حدد الرقم التسلسلي ورمز العزلة والنوع النباتي المصاب ومنطقة الجمع. وضعت العينات في أكياس من الورق مخصصة لذلك ، وكتب عليها المعلومات المطلوبة، واحضرت الى المخابر للدراسة حيث خزنت في البراد لحين استخدامها (الجدول 1).

#### عزل الفطر الممرض:

عزل الفطر في مختبرات كلية الزراعة في جامعة دمشق ومخبر الأمراض الفطرية في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، وفق طريقة Norhito وزملاؤه (2004) مع بعض التعديلات كالتالي:

بعد غسل العينات من الحذور والسوق والأوراق بالماء الجاري للتخلص من التربة العالقة، أُجري تطهير لمنطقة الساق والجذور للنباتات التي أبدت أعراض الذبول بمحلول هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite NaOCl تركيز 0.5% لمدة 5 دقائق. ثم غسلت بالماء المقطر المعقم لمدة خمس دقائق أيضاً، بعدها قسمت كل عينة إلى قطع صغيرة، وزعت القطع بمعدل قطعتين على سطح الوسط المغذي (Potato Dextrose Agar (PDA). أُغلقت الأطباق بالبارافيلم وحضنت على درجة حرارة 25 °س لمدة 7-10 أيام. فحصت المستعمرات (المزارع) الفطرية المتشكلة، وتم التعرف عليها بواسطة مواصفاتها الشكلية، أُجريت تنقية للعزلات المتحصل عليها بنقل جزء من حافة النمو الفطري الخارجي إلى أطباق جديدة (الوسط المغذي) وحضنت لمدة 7-10 أيام، اختيرت المستعمرات التي تدل على جنس الفيوزاريوم بالاعتماد على شكل الأبواغ المميزة له بالمقارنة مع المسببات الأخرى من خلال الفحص المجهرى.

#### تنقية المسبب المرضي (فطر الفيوزاريوم):

تم تنقية الكائن الممرض بطريقة المستعمرات (المزارع) الناتجة عن بوع وحيد وذلك بأخذ أقراصاً من الوسط النامي عليه فطر الفيوزاريوم ووضعها في ماء مقطر معقم ثم صفيت بواسطة شاش طبي بأربع طبقات لتفادي خلط قطع الميسيليوم (الهيئات) مع الأبواغ، حضر معلق بوعى وفق طريقة التخفيف ووزعت على سطح الوسط المغذي ووضعت تحت نفس الشروط السابقة بغية الحصول على مستعمرة فطرية ناتجة عن بوع واحد.

#### التوصيف المورفولوجي:

تم الاعتماد على مجموعة من الصفات الشكلية الخاصة بالجنس *Fusarium* وذلك استناداً إلى Nelson وزملاؤه (1983)، ونظراً لإصابة العديد من أنواع هذا الجنس لأنواع نباتية مختلفة تتبع لفصائل نباتية عديدة، إضافة لإشارة معظم المراجع الى إصابة نباتات الفصيلة الباذنجانية بالنوعين *F.solani* و *F.oxysporum* تم التركيز على

توصيف هذين النوعين من الناحية المورفولوجية وشملت: شكل المستعمرة ولونها على الوجهين، معدل النمو، أبعاد الأبواغ الكونيدية الصغيرة Microconidia، والكبيرة وشكل الفيااليدات Phialides (طويلة أم قصيرة) ومدى تواجد كل من الأبواغ الكونيدية الكبيرة Macroconidia والأبواغ الكلاميدية Chlamydospores. الجدول (1).

الجدول (1): مواقع جمع العينات الفطرية من أنواع نباتية مختلفة أظهرت أعراض الذبول.

الرقم	الرمز	النبات المصاب	الموقع	الرقم	رمز العزلة	النبات المصاب	الموقع
1	TR8	فليفلة	طرطوس - تل عدس	33	HR1-1-2	بندورة	حماه الغاب المحروسة
2	XS3	فليفلة	ريف دمشق - محطة الطبية	34	LR3-1	بندورة	اللائقية - حارة الربيع
3	TR6	فليفلة	طرطوس - زاهد	35	SS5	بندورة	السويداء - الغارية
4	HR1-2	فليفلة	حماه الغاب - محروسة	36	HR1	بندورة	حماه الغاب - المحروسة
5	LR13	فليفلة	اللائقية - البصة	37	TS11	بندورة	طرطوس - الهويسية - مكشوف
6	SS9	فليفلة	السويداء - مقلعة	38	LR13	بندورة	اللائقية - البصة
7	SR7-1	فليفلة	السويداء - الثعلة	39	TR5	بندورة	طرطوس - دير الحجر
8	LR1-1	فليفلة	اللائقية - جبلة	40	TR10	بندورة	طرطوس - تل عدس - مكشوف
9	LR1	فليفلة	اللائقية - جبلة	41	LR2	بندورة	اللائقية - مشتل الهنادي
10	HS7	فليفلة	الغاب - معرين الصليب	42	HR2	بندورة	الغاب - معرين الصليب
11	TS13	فليفلة	طرطوس - كرتو	43	TS9	بندورة	طرطوس - كرتو
12	XR2	فليفلة	ريف دمشق - الريمة	44	TR6	بندورة	طرطوس - زاهد
13	HR2	فليفلة	الغاب - معرين الصليب	45	OH9	بادنجان	باتناس - حريصون
14	HS1	فليفلة	حماه الغاب - المحروسة	46	Fus	بندورة	جبلة - رويسة الحجل
15	SR7	فليفلة	السويداء - الثعلة	47	OH1	بندورة	جبلة - دوير الخطيب
16	RS2	فليفلة	دمشق - مشتل البيلسان	48	OH7-1-1	بندورة	جبلة - دوير الخطيب
17	TR11	فليفلة	طرطوس - تل عدس	49	OH3-1	بندورة	جبلة - دوير الخطيب
18	RS2-1	فليفلة	دمشق - مشتل البيلسان	50	OH2	بندورة	جبلة - دوير الخطيب
19	XR	فليفلة	ريف دمشق - قرية الريمة	51	Fus4	بندورة	جبلة - رويسة الحجل



باتياس - حريصون-قلوع	بندورة	OH13-1	52	السويداء - الثعلة	فليفلة	SR6	20
باتياس - حريصون	بندورة	OH11-1	53	ريف دمشق - محطة الطيبة	فليفلة	RR4	21
باتياس - حريصون-قلوع	بندورة	OH13	54	ريف دمشق - قرية الريمة	فليفلة	XR1	22
جبلّة -دوير الخطيب	بندورة	OH7-1	55	السويداء - الثعلة	فليفلة	SR1	23
جبلّة - دوير الخطيب	بندورة	Fus1	56	السويداء - الثعلة	فليفلة	SS7	24
جبلّة - حريصون	بندورة	OH11	57	حماء الغاب - قرين	فليفلة	HR4	25
جبلّة - دوير الخطيب	بندورة	OH1-1-2	58	اللائقية - جبلّة	فليفلة	LR14	26
جبلّة - دوير الخطيب	بندورة	OH1-1	59	حماء الغاب - الهزاني	فليفلة	HR9	27
جبلّة - دوير الخطيب	بندورة	OH6-1	60	حماء الغاب - الهزاني	فليفلة	HR7	28
جبلّة - دوير الخطيب	بندورة	OH6	61	السويداء - مفعلة	فليفلة	SS9-1	29
جبلّة - دوير الخطيب	بندورة	OH7-2-1	62	طرطوس - كرتو	فليفلة	TR15	30
جبلّة - دوير الخطيب	بندورة	OH4-1	63	اللائقية - حارة الربيع	فليفلة	LR3	31
				حماء الغاب - المحروسة	فليفلة	HR1-1	32

### اختبار القدرة الامراضية:

اختبرت القدرة الامراضية لكافة العزلات المجموعة التابعة للجنس *Fusarium* والمعزولة من نباتات الفليفلة والبادنجان والبندورة بعد تنميتها على الوسط الغذائي PDA ولمدة 10 أيام. حضر المعلق البوعي من الوحدات التكاثرية للفطر بتركيز  $1 \times 10^6$  بوع/مل (Hammoudi, 2007)، حيث أخذت المستعمرات الفطرية النامية على الوسط الغذائي ووضعت في خلاط كهربائي سبق تعقيمه بكحول الايثانول 70%، وأضيف إليها ماء مقطر معقم واجري الخلط على السرعة البطيئة لمدة 5 دقائق. رشح المعلق البوعي من خلال قطعة قماش من الموسلين بأربع طبقات وضبط تركيز الايواغ الكونيدية باستخدام شريحة العد Thoma-Kammer. أجريت العدوى الصناعية لشتول البندورة من الصنف الهجين ميريل، القابل للإصابة بالذبول الفيوزاريومي، وذلك بعد وصولها لعمر 10 أيام وبطور فينولوجي ثلاث أوراق حقيقية والخالية من الإصابة بأي كائن ممرض، إذ تمت زراعتها في أكواب بلاستيكية حجم 350 مل حاوية على تورب

معقم ورمل بحري مغسول ومعقم بنسبة 1:2، حيث وضع في كل كوب خمس قطع قطرها 5م من الوسط المغذي النامي عليه ميسيليوم (مشائج) العزلات المختبرة تحت مستوى الجذور.

تم عدوى الشتلات بسقايتها بـ 10مل من المعلق البوغي لكل شتلة بعد زراعتها مباشرة (لضمان الإلفاح والإصابة) وبواقع خمسة شتول لكل عزلة وتركت أخرى للمقارنة كشاهد. سقيت الأصص بالماء حسب الحاجة ووضعت تحت المراقبة لحين ظهور أعراض الإصابة وذلك تحت ظروف البيت الزجاجي.

أعيد عزل الفطر وبنفس الطريقة من الشتول المعدة والتي أظهرت أعراض إصابة وقورنت بالفطر الأول التي أعديت به. كما أجريت مقارنة بين الأعراض الناتجة والأعراض التي شوهدت على الشتول والنباتات في طور الإنتاج أثناء المسح الحقلية تحقياً لفرضية كوخ. حسب درجة الإصابة اعتماداً على سلم سداسي حيث أن الدرجة 0= لا توجد إصابة، الدرجة 1= ذبول ورقة واحدة، الدرجة 2= ذبول ورقتين أو أكثر، الدرجة 3= ذبول جميع الأوراق ما عدا القمة، الدرجة 4= ذبول جميع الأوراق، الدرجة 5= موت النبات.

حسبت شدة الإصابة بالاعتماد على Ahmad وزملاؤه (1987) وفق الآتي :

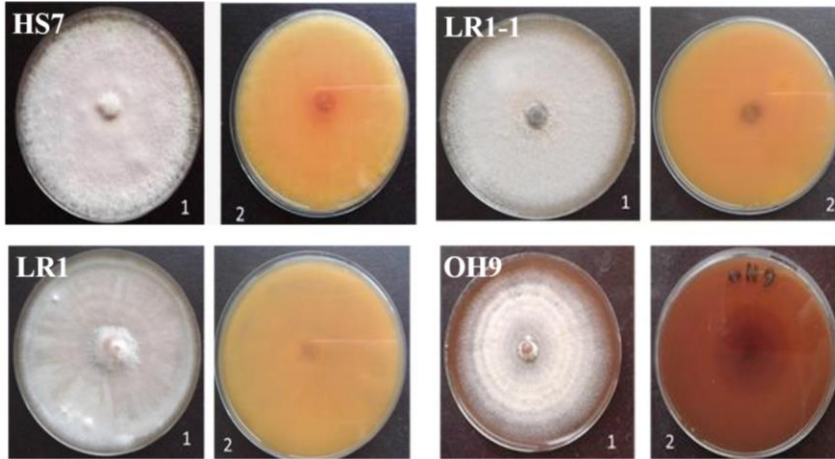
شدة الإصابة = [ مجموع (عدد النباتات المصابة X درجة الإصابة) / عدد النباتات الكلي X أعلى درجة إصابة ] X 100

### النتائج والمناقشة:

#### الفطر *F. solani* :

تم توصيف 32 عزلة تنتمي للنوع *F. solani* منها ستة عزلات من نباتات البندورة و25 عزلة من نباتات الفليفلة وعزلة واحدة من نباتات الباذنجان.

تراوح معدل النمو على PDA للمستعمرات (المزارع) الفطرية بعد 10 أيام من 4.5 - 9 سم (الجدول 2). نما الميسيليوم الهوائي بشكل رقيق أو سميك متكتل وكثيف، وتدرج لون المستعمرات (المزارع) من اللون الأبيض إلى الأبيض الخفيف والزهري والبنفسجي والذي شوهد في جميع العزلات علماً أن وسط النمو لم يحتو أية صبغة (الشكل 1). ويوضح الجدول (2) لون السطح السفلي والعلوي للمستعمرات وقطرها. أما الابواغ الكونيدية الكبيرة Macroconidia فكانت كثيفة، عريضة ومستقيمة مكونة من 3-7 حواجز. أما الابواغ الكونيدية الصغيرة Microconidia فوجدت بأعداد كثيرة وتراوحت اشكالها من البيضاوي الى الكروي، مكونة من خلية او خليتين، بلغ متوسط طول القطر الصغير (العرض) والقطر الكبير (الطول) بين 1.7- 6.22 × 2.9- 19.3 ميكرون على التوالي (الجدول 3). توضع هذه الابواغ على رأس الحوامل الكونيدية (Phialides)، حيث كانت هذه الحوامل مفردة وطويلة. كما وجدت الابواغ الكلاميدية Chlamydospore (الشكل 2) بكثرة وكانت كروية الى بيضاوية الشكل جدارها سميك مفردة او مزدوجة أو سلاسل قصيرة (الجدول 3).



الشكل (1): لون الوجه العلوي والسفلي لبعض العزلات للنوع *F. solani*.

1: وجه علوي، 2: وجه سفلي

الجدول (2): لون السطح السفلي والعلوي لمستعمرات الفطر *F. solani* وقطرها.

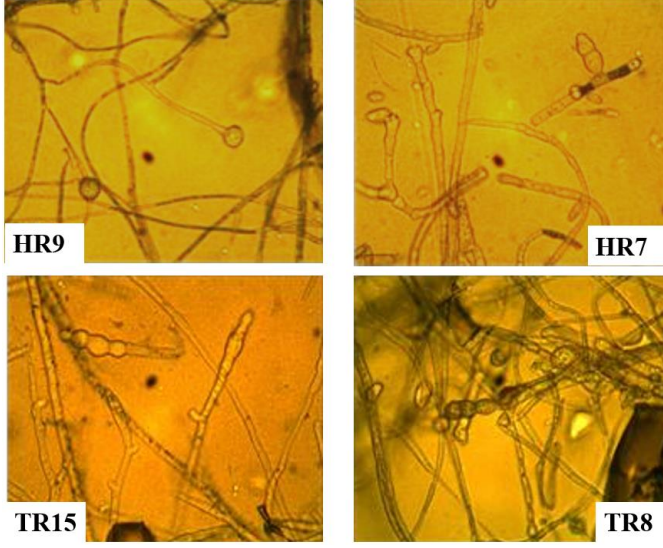
لون سطح المستعمرة		متوسط قطر المستعمرة (سم)	العائل النباتي	الموقع	رمز العزلة
السفلي	العلوي				
كريمي غامق	ابيض متكتل	8.8	فليفلة	ريف دمشق	XS3
كريمي فاتح	ابيض محبب	8.9	فليفلة	السويداء	SS9
كريمي	ابيض محبب	8.57	فليفلة	السويداء	SR7-1
كريمي غامق	ابيض سميك متكتل	8.8	فليفلة	السويداء	SR7
كريمي مع محيط زهري	ابيض سميك متكتل	9	فليفلة	السويداء	SR6
كريمي غامق	ابيض سميك	8.67	فليفلة	السويداء	SR1
كريمي غامق	ابيض سميك	8.77	فليفلة	السويداء	SS7
كريمي بنفسجي خفيف	ابيض متكتل	8.8	فليفلة	السويداء	SS9-1
كريمي	ابيض محبب	8.57	فليفلة	السويداء	SS5
كريمي غامق	ابيض سميك	8.63	فليفلة	اللاذقية	LR1-1
كريمي	ابيض رقيق	8.7	فليفلة	اللاذقية	LR1
بنفسجي	بنفسجي مع ابيض خفيف	6.5	فليفلة	اللاذقية	LR3
كريمي	ابيض سميك محبب	7.5	فليفلة	اللاذقية	LR3-1
كريمي بنفسجي خفيف	ابيض سميك	7.83	فليفلة	اللاذقية	LR2
كريمي غامق	ابيض رقيق مع بنفسجي خفيف	9	بندورة	باتيلاس	OH13-1
كريمي	ابيض محبب	8.47	بندورة	جبله	OH3-1
كريمي غامق + بنفسجي غامق	ابيض محبب + بنفسجي غامق	7.4	بندورة	جبله	OH2
كريمي غامق	ابيض سميك متكتل	8.8	بندورة	جبله	OH6-1
كريمي	ابيض سميك محبب	9	بندورة	جبله	OH6
كريمي غامق	ابيض سميك محبب	8.57	بندورة	جبله	OH4-1
كريمي غامق	ابيض سميك	8.63	فليفلة	حماء الغاب	HS7
كريمي مع زهري بالوسط	ابيض رقيق محبب	4.5	فليفلة	حماء الغاب	HR9

كريمي غامق + بنفسجي خفيف	ابيض بنفسجي خفيف	7.5	فليفلة	حماء الغاب	HR1-1-2
كريمي مع بنفسجي فاتح	ابيض بنفسجي	7.17	فليفلة	حماء الغاب	HR1
كريمي غامق + بنفسجي خفيف	ابيض سميك مع بنفسجي خفيف	8.5	فليفلة	دمشق	RS2-1
كريمي غامق	ابيض سميك محبب	8.77	فليفلة	ريف دمشق	XR2
كريمي غامق	ابيض سميك متكتل	9	فليفلة	ريف دمشق	XR
كريمي غامق	ابيض سميك محبب	9	فليفلة	ريف دمشق	XR1
كريمي	ابيض رقيق	7.6	فليفلة	طرطوس	TS13
كريمي بنفسجي خفيف	ابيض سميك	8.67	فليفلة	طرطوس	TR5
كريمي بنفسجي خفيف	ابيض محبب	8.73	فليفلة	طرطوس	TR10
كريمي بني غامق	ابيض بنفسجي	7	باننجان	طرطوس	OH9

الجدول (3): طول الحوامل البوغية وأبعاد الأبواغ الكونيدية لعزلات الفطر *F. solani*.

الحوامل البوغية	القطر الصغير Microconidia $\mu$	القطرالكبير Microconidia $\mu$	الموقع	رمز العزلة
طويلة	6.2-3	15.2-5.3	ريف دمشق	XS3
طويلة	5.5-2.5	15.6-6.1	السويداء	SS9
طويلة	5.5-3	17-6.5	السويداء	SR7-1
طويلة	6-3.2	19.3-7.6	السويداء	SR7
طويلة	5.5-3	17-6.5	السويداء	SR6
طويلة	5.3-2.2	13.7-5.3	السويداء	SR1
طويلة	5.5-3.1	13.7-7.5	السويداء	SS7
طويلة	6.7-3.2	16.3-7.6	السويداء	SS9-1
طويلة	6.22-3.62	15.35-8.78	السويداء	SS5
طويلة	5.6-3.5	20.3-8.6	اللاذقية	LR1-1
طويلة	4.7-3.4	17.3-6.7	اللاذقية	LR1
طويلة	4.7-2	13.9-4.6	اللاذقية	LR3

طويلة	4.7-2	13.9-4.6	اللانقية	LR3-1
طويلة	6-2.7	16.6-7.7	اللانقية	LR2
طويلة	5.7-3.2	17-9.2	بانياس	OH13-1
طويلة	4.7-2.7	7.7-3.3	جبلية	OH3-1
طويلة	4.3-2	9-4.7	جبلية	OH2
طويلة	5.5-2.2	14.6-5.5	جبلية	OH6-1
طويلة	5.5-2.3	14.6-5.6	جبلية	OH6
طويلة	4.5-2.6	11.9-3.7	جبلية	OH4-1
طويلة	5.9-2.8	12.5-5.8	حماه الغاب	HS7
طويلة	3.9-1.9	6.5-2.8	حماه الغاب	HR9
طويلة	4-2.7	14.2-5.9	حماه الغاب	HR1-1-2
طويلة	4.5-2.6	5.2-4.7	حماه الغاب	HR1
طويلة	3.5-1.7	5.6-3.5	دمشق	RS2-1
طويلة	4.9-2.7	16.9-7.3	ريف دمشق	XR2
طويلة	4.5-2.9	12.4-6.2	ريف دمشق	XR
طويلة	4.5-2.6	15.3-6.1	ريف دمشق	XR1
طويلة	3.6-1.8	8.54-4.27	طرطوس	TS13
طويلة	6-2.7	16.6-7.7	طرطوس	TR5
طويلة	5.89-3.41	15.43-7.63	طرطوس	TR10
طويلة	5.4-3.1	13.1-6.7	طرطوس	OH9



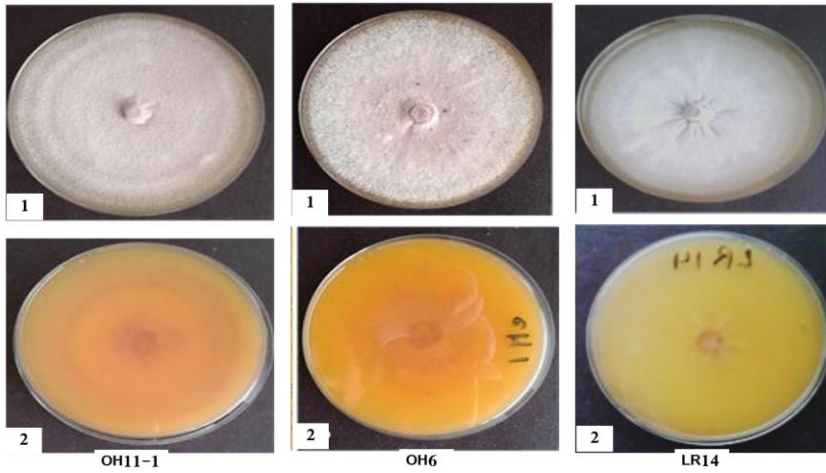
الشكل (2): الأبواغ الكلاميدية لبعض عزلات الفطر *F. solani*.

HR9: ابواغ كلاميدية طرفية ومفردة، HR7: ابواغ كلاميدية ثنائية طرفية

TR8: سلسلة ابواغ; كلاميدية متعددة (بينية)، TR15: ابواغ كلاميدية سلسلة طرفية

#### الفطر *F. oxysporum*:

وصفت 26 عزلة تنتمي الى النوع *F. oxysporum* منها 11 عزلة مأخوذة نباتات البندورة و 15 عزلة من نباتات الفليفلة. تراوح معدل النمو على الوسط PDA للمستعمرات (المزارع) الفطرية بعد 10 أيام من 6.5 - 9 سم. نما الميسيليوم بشكل رقيق أو سميك متكتل وتدرج اللون من الأبيض الى اللون البنفسجي الخفيف الشاحب، أو كان هناك مزيج من اللون الأبيض مع البنفسجي في الوسط (شكل 3). ويوضح الجدول (4) لون السطح السفلي والعلوي وقطر المستعمرات.



الشكل (3): يوضح لون الوجه العلوي والسفلي لبعض العزلات للنوع *F. oxysporum*.  
1: وجه علوي، 2: وجه سفلي

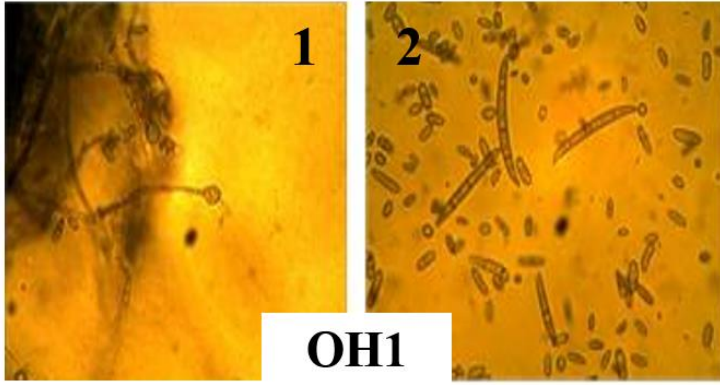
الجدول (4): لون السطح السفلي والعلوي لمستعمرات الفطر *F. oxysporum* وقطرها.

لون سطح المستعمرة		قطر المستعمرة سم	العائل النباتي	الموقع	رمز العزلة
السفلي	العلوي				
كريمي فاتح	ابيض محبب	9	بندورة	اللاذقية	LR13
كريمي	ابيض رقيق	7.6	فليفلة	اللاذقية	LR14
كريمي فاتح	ابيض رقيق محبب	9	بندورة	جبلية	Fus
كريمي غامق	ابيض محبب بنفسجي خفيف مع كتل سوداء	9	بندورة	جبلية	OH1
كريمي	ابيض رقيق بنفسجي خفيف	8.5	بندورة	جبلية	OH7-1-1
كريمي	ابيض محبب بنفسجي خفيف	8.9	بندورة	جبلية	Fus4
كريمي فاتح	ابيض رقيق	7.7	بندورة	جبلية	OH7-1
كريمي غامق مع بنفسجي خفيف	ابيض رقيق مع بنفسجي خفيف	9	بندورة	جبلية	Fus1



كريمي فاتح	ابيض رقيق مع بنفسجي خفيف	8.6	بندورة	جبلية	OH1-1-2
كريمي غامق مع بنفسجي بالوسط	ابيض مع دائرة بنفسجية غامقة بالوسط	7.5	بندورة	جبلية	OH1-1
كريمي غامق	ابيض عليه كتل بيضاء	7.5	بندورة	حماء الغاب	HR1-2
كريمي	ابيض سميك	7	بندورة	حماء الغاب	HR2
كريمي غامق	ابيض محبب مع بنفسجي خفيف	8.8	فليفلة	حماء الغاب	HS1
كريمي غامق مع زهري فاتح	ابيض سميك متكتل	9	فليفلة	حماء الغاب	HR4
كريمي	ابيض رقيق مع بنفسجي خفيف	9	فليفلة	حماء الغاب	HR7
كريمي غامق	ابيض عليه كتل بيضاء	8.5	فليفلة	حماء الغاب	HR1-1
كريمي غامق مع زهري بالوسط	ابيض مع كتل كريمية	6.5	فليفلة	دمشق	RS2
كريمي فاتح	ابيض رقيق محبب	7.5	فليفلة	ريف دمشق	RR4
كريمي غامق	ابيض سميك	7	فليفلة	طرطوس	TR8
كريمي فاتح	ابيض سميك	7.6	بندورة	طرطوس	TR6
كريمي غامق مع زهري بالوسط	ابيض مع كتل كريمية	6.5	بندورة	طرطوس	TR11
كريمي غامق	ابيض سميك محبب	7.53	فليفلة	طرطوس	TR15
كريمي فاتح	ابيض سميك عليه كتل سوداء	7.53	بندورة	طرطوس	TS11
كريمي فاتح	ابيض رقيق	7.5	بندورة	طرطوس	TS9
كريمي غامق مع محيط بني فاتح	ابيض سميك	9	بندورة	طرطوس	OH11-1
كريمي غامق	ابيض سميك مع بنفسجي خفيف	7.6	بندورة	طرطوس	OH13
كريمي	ابيض سميك محبب	9	بندورة	طرطوس	OH11

كانت الأبواغ الكونيدية الكبيرة Macroconidia مستقيمة أو منحنية قليلاً ذات جدران رقيقة مقسمة إلى 3 - 5 حواجز، وكانت الأبواغ المكونة من 3 حواجز هي أكثر شيوعاً أو تواجداً. أما الأبواغ الكونيدية الصغيرة Microconidia فتواجدت بأعداد كثيرة ببيضاوية الشكل، مستقيمة أو منحنية قليلاً، تراوح طول القطر الصغير والكبير بين 1.5- 7.7 × 2.8-18.8 ميكرون على التوالي. توضع هذه الأبواغ على رأس الحوامل الكونيدية (Phialides) وكانت هذه الحوامل مفردة وقصيرة ومنقحة (الشكل 4) باستثناء العزلة LR13 (اللاذقية) فقد كانت الحوامل طويلة. تشكلت الأبواغ الكلاميدية Chlamyospore بكثرة وكانت مفردة أو مزدوجة أو مجموعات أو سلاسل قصيرة (جدول 5).



الشكل (4): أنواع الأبواغ عند العزلة OH1 التابعة للفطر *F. oxysporum*.  
1: حامل كونيدي، 2: أبواغ كونيدية صغيرة وكبيرة

الجدول (5): طول الحوامل البوغية وأبعاد الأبواغ الكونيدية لعزلات الفطر

*F. oxysporum*

الحوامل البوغية	القطر الصغير (العرض) Microconidia $\mu$	القطر الكبير (الطول) Microconidia $\mu$	الموقع	رمز العزلة
قصيرة	6.1-2.8	18.8-8.2	اللاذقية	LR13
قصيرة	3.5-2	7.2-3.1	اللاذقية	LR14
قصيرة	3.6-2	6.5-3.4	جبلية	Fus
قصيرة	4.9-2	7.8-4.2	جبلية	OH1
قصيرة	3.8-1.7	6.8-3.2	جبلية	OH7-1-1
قصيرة	5.0-2.0	9.1-3.6	جبلية	Fus4
قصيرة	4-1.4	7.1-2.8	جبلية	OH7-1
قصيرة	3.6-2	6.5-3.4	جبلية	Fus1
قصيرة	3.2-2	7.3-3.8	جبلية	OH1-1-2
قصيرة	3.3-2.2	8.9-4.6	جبلية	OH1-1
قصيرة	4.7-1.9	9.5-4.7	حماء الغاب	HR1-2
قصيرة	5.6-3.3	12-4.7	حماء الغاب	HR2
قصيرة	3.5-1.5	7-3.4	حماء الغاب	HS1
قصيرة	4.5-2.2	7.9-3	حماء الغاب	HR4
قصيرة	6-3.9	10.9-8	حماء الغاب	HR7
قصيرة	4.6-2.7	7.2-5	حماء الغاب	HR1-1
قصيرة	3.5-1.7	5.6-3.5	دمشق	RS2
قصيرة	3.7-1.6	7-3.3	ريف دمشق	RR4
قصيرة	3.6-1.8	8.54-4.27	طرطوس	TR8
قصيرة	4.7-2.6	10.8-4.2	طرطوس	TR6
قصيرة	2.7-1.8	9.3-4.5	طرطوس	TR11
قصيرة	4.7-3.5	11.27-5.2	طرطوس	TR15

قصيرة	3.8-2.3	6.1-4.1	طرطوس	TS11
قصيرة	7.7-3.4	8.3-3.9	طرطوس	TS9
قصيرة	4.6-1.9	8.6-4.2	طرطوس	OH11-1
قصيرة	5-1.8	8.5-3.6	طرطوس	OH13
قصيرة	5.7-2.2	8.3-3.2	طرطوس	OH11

#### اختبار القدرة الامراضية:

أجري اختبار القدرة الإمراضية للعزلات الفطرية جميعها (59 عزلة والتي تتبع للنوعين *F. solani* و *F. oxysporum*) والتي ثبت أنها المسببة للذبول وعفن الجذور، وذلك عبر العدوى الصناعية لنباتات البندورة من الصنف الهجين (ميريل) الحساس للذبول الوعائي. تبين وجود 48 عزلة من الفيوزاريوم كان لها القدرة على إحداث الإصابة للنباتات البندورة من الصنف الهجين ميريل الحساس للذبول الوعائي، كان منها 21 عزلة تتبع للنوع *F. oxysporum* حيث تراوحت درجة الإصابة من 0.4 - 3.4 حسب السلم المستخدم، وأحدثت العزلة (OH1-1-2) المجموعة من نباتات البندورة المصابة (جبله - دوير الخطيب) أعلى درجة إصابة كما بلغت شدة الإصابة 68% ونسبة الإصابة 80%. بينما أحدثت 28 عزلة تنتمي الى النوع *F. solani* الإصابة لنباتات البندورة من الصنف الهجين ميريل وتراوحت درجة الإصابة من 0.4-3.6 حسب السلم المعتمد (Ahmad وزملاؤه، 1987). أحدثت العزلة (LR1) المجموعة من نباتات الفليفلة المصابة (جبله) أعلى درجة إصابة 3.6 وبلغت شدة الإصابة 72% ونسبة الإصابة 80% (الجدول 6).

الجدول (6): نسبة وشدة ودرجة الإصابة للعزلات الفطرية المدروسة عند إجراء العدوى الصناعية.

<i>F. solani</i>				<i>F. oxysporum</i>			
درجة الإصابة (5-0)	شدة الإصابة %	نسبة الإصابة %	رمز العزلة	درجة الإصابة (5-0)	شدة الإصابة %	نسبة الإصابة %	رمز العزلة
0.4	8	20	XS3	0.4	8	20	LR13
0	0	0	SS9	2	40	60	LR14
0.8	16	40	SR7-1	1.6	32	80	Fus
1.2	24	40	SR7	2.4	48	100	OH1
0.4	8	20	SR6	0.6	12	20	OH7-1-1
1	20	40	SR1	2	40	80	Fus4
0.4	8	20	SS7	0.4	8	20	OH7-1
0	0	0	SS9-1	2	40	80	Fus1
0.4	8	20	SS5	3.4	68	80	OH1-1-2
0.4	8	20	LR1-1	0.6	12	20	OH1-1
3.6	72	80	LR1	0	0	0	HR1-2
1.2	24	60	LR3	0.8	16	40	HR2
1.2	24	40	LR3-1	0	0	0	HS1
1	20	40	LR2	1.4	28	60	HR4
0	0	0	OH13-1	0.4	8	20	HR7
1.4	28	60	OH3-1	0.4	8	20	HR1-1
0.8	16	40	OH2	0	0	0	RS2
0.4	8	20	OH6-1	0	0	0	RR4
0.4	8	20	OH6	0	0	0	TR8
1.2	24	40	OH4-1	0.4	8	20	TR6
1	20	20	HS7	0.4	8	20	TR11
0.6	12	20	HR9	0	0	0	TR15

0	0	0	HR1-1-2	0.4	8	20	TS11
1.2	24	60	HR1	0.4	8	20	TS9
0.6	44	100	RS2-1	1	20	40	OH11-1
1.6	32	40	XR2	1.4	28	60	OH13
1.6	32	60	XR	2.4	48	100	OH11
0.8	16	40	XR1				
2.4	48	80	TS13				
0.8	16	40	TR5				
0	0	0	TR10				
1.6	32	40	OH9				

يعد مرض الذبول الوعائي من أخطر الأمراض الفطرية التي تصيب نباتات البندورة وتعود خطورته للظروف البيئية الملائمة في الساحل السوري وضمن البيوت المحمية بصورة خاصة حيث الحرارة المعتدلة والرطوبة المرتفعة ولذلك يضطر المزارع لاستعمال المزيد من المبيدات الكيميائية للحد من اضراره، مما يرجح ظهور سلالات فطرية جديدة لا تتأثر بالمبيدات الكيميائية على الرغم من استخدامها بتركيز مرتفعة، فضلا عن كونها تساهم في تلوث البيئة، ومن الممكن ان تؤثر سلباً على صحة الإنسان. كما ينتج ما لا يقل عن 11 نوعاً من فطريات الذبول الوعائي التابعة للجنس *Fusarium* السموم الفطرية Mycotoxins والتي تسمى Fumonisins وهي من السموم الهامة التي أصبحت تشكل خلال العقدين الماضيين خطورة للمحاصيل الزراعية الغذائية والعلفية ، فقد تساهم في العديد من النتائج الصحية الضارة الخطيرة مثل السرطان والعيوب الخلقية. (Divakara وزملاؤه، 2013 ، WHO ، 2018).

هدف هذا البحث لتحديد أكثر مسببات المرضية للذبول الوعائي على بعض نباتات العائلة الباذنجانية لتوصيفها بدقة من الناحية المرفولوجية والقدرة الإمراضية لاستخدامها في تجارب لاحقة بغرض الحد من تأثيرها على كمية ونوعية منتجات بعض الأنواع

التابعة للفصيلة الباذنجانية. لذا كان لابد من تقصي ذلك عبر مسوحات حقلية تم خلالها جمع العديد من العينات التي تظهر أعراض إصابة. أمكن بهذا البحث عزل المسبب المرضي للذبول الوعائي من الحقل والبيوت المحمية الموبوءة من مناطق مختلفة من سورية. وتم الحصول على 59 عزلة مخبرياً ، تنتمي إلى الجنس فيوزاريوم، كما تم تنقيتها والتعرف عليها مورفولوجياً. استناداً إلى الخصائص المورفولوجية من حيث شكل النمو على الوسط المغذي (Booth، 1977؛ Leslie؛ وزملاؤه، 2006؛ Monuj وزملاؤه 2017)، قطر المستعمرة (المزرعة) على PDA، النمو الهوائي للميسيليوم (المشيجة) وعلى تصبغ الوسط المغذي. أظهرت نتائج البحث تشابهاً كبيراً في قطر مستعمرة النمو للعزلات المختبرة وبألوان مختلفة بعد 10 أيام حيث تراوح القطر بين 4.5-9 سم عند العزلات التي تتبع لنوع *F. solani* و 6.5-9 سم عند العزلات التي تتبع للنوع *F. oxysporum* ، وهذا يشير إلى أن العزلات المدروسة سريعة النمو وهذا يتوافق مع Booth (1971) و Vijai وزملاؤه (2010) الذين حددا بأن النمو يكون سريعاً عندما يكون قطر المستعمرة (المزرعة) في الطبقة البتري الحاوي على مستنبت PDA بين 7-10 سم. تواجدت الأبواغ الكونيدية الكبيرة Macroconidia والأبواغ الكلاميدية في جميع العزلات المدروسة، أما الأبواغ الكونيدية الصغيرة Microconidia فتراوحت أبعادها بين 1.7-6.22 × 2.9-19.3 ميكرون عند عزلات النوع *F. solani* و 1.5-7.7 × 2.8-18.8 ميكرون عند عزلات النوع *F. oxysporum*. ورغم صعوبة التمييز بين عزلات النوعين *F. solani* و *F. oxysporum* لكن الميزة الواضحة أن *F. solani* يشكل أبواغ كونيدية صغيرة Microconidia طويلة على فياليدات مفردة وطويلة. بلغت أعلى شدة إصابة 68% عند العزلة OH1-1-2 و 72% عند العزلة LR1 على التوالي. نظراً لوجود تشابهات كثيرة بين العزلات عند كلا النوعين والصعوبة التمييز من خلال المواصفات المورفولوجية وخاصة لون المستعمرة على المستنبت الغذائي، حيث لوحظ ان اللون متشابه بين النوعين ولكن عند الكشف مجهرياً تبين وجود اختلاف كبير

من حيث الابواغ والحوامل الكونيدية رغم ذكر المراجع للكثير من المميزات التفريقية. ولهذا تم العمل في المرحلة الثانية من هذا البحث على استخدام الواسمات الجزئية التي تتيح معرفة وتحديد التباينات الوراثية بين العزلات المدروسة من جهة وبين النوعين (*F. oxysporum* و *F. solani*) من جهة ثانية.

#### شكر وتقدير :Acknowledgments

بهذا نود أن نشكر صندوق البحث العلمي والتطوير التقاني في وزارة التعليم العالي لتوفيرهم الدعم المادي للقيام بهذا البحث



## المراجع:

- المجموعة الإحصائية الزراعية. 2017. وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

## References:

- **Ahmad B.Y., F.M. sharif and A.R.T. sarhan.** 1987. Effect of certain micronutrients on Fusarium wilt of tomato. Agriculture and water resources journal. 6:13-28.
- **Barone A. and L. Frusciante.** 2007. Marker-assisted selection: current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish (eds Guimaraes, E. *et al.*) Ch. 9, 151–164. Agriculture and Consumer Protection Dept.
- **Bogale M, B.D. Wingfield, M.J. Wingfield and E.T. Steenkamp.** 2006. Characterization of *Fusarium oxysporum* isolates from Ethiopia using AFLP, SSR, and DNA sequence analyses. Fungal Diversity. 23: 51–66.
- **Booth C.** 1971. The genus *Fusarium*. Kew. Commonwealth Mycological Institute, 237 pages.
- **Booth C.** 1977. Fusarium: Laboratory guide identification of the major species. Kew.Commonwealth Mycological Institute. 58 pages.
- **Divakara S. T., M. Santosh, M. Aiyaz, M. V. Ramana, P. Hariprasad S. Chandra-Nayaka and S.R. Niranjana.** 2013. Molecular identification and characterization of *Fusarium* spp., associated with sorghum seeds. Journal of Science of Food and Agriculture. 94: 1132–1139.
- **FAOSTAT.** 2017. FAOSTAT Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>
- **George B, C.h. Kaur, D.S. Khurdiya and H.C. Kapoor.** 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. Food Chemistry. 84: 45–51.
- **Hammoudi O.** 2007. Einfluss mikrobieller Antagonisten auf den Befall mit *Phoma lingam* und *Verticillium daliae* var. *longisporum* an Raps (*Brassica napus* L. var. *napus*). PhD Thesis -2007 . Institut for Phytopathology - Christian-Albrechts-University, Kiel , Germany>
- **Kapoor I.J.** 1988. Fungi invo lved in tomato wilt syndrome in Delhi, Maharashtra and Tamilnadu. Indian Phytopathology. 41: 208–213.
- **Kawabe M., Y. Kobayashi, · G. Okada, I. Yamaguchi, T. Teraoka and· T. Arie.** 2005. Three evolutionary lineages of tomato wilt

- pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, based on sequences of IGS, MAT1, and pg1, are each composed of isolates of a single mating type and a single or closely related vegetative compatibility group. Journal of General Plant Pathology. 71: 263–272.
- **Kirankumar R., K.S. Jagadeesh, P.U. Krishnaraj and M.S. Patil.** 2008. Enhanced growth promotion of Tomato and nutrient uptake by plant growth promoting rhizobacterial isolates in presence of *Tobacco mosaic virus* pathogen. Journal of Agricultural Science. 21: 309–311.
  - **Leslie J.F., B.A. Summerell and S. Bullock.** 2006. The Fusarium Laboratory Manual. Wiley-Blackwell, ISBN: 978-0-813-81919-8, 388 pages.
  - **Monuj G., D.K. Sarmah and S. Ali.** 2017: Cultural and Morphological Variations of *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Causing Root Rot of Patchouli in Assam, India. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci (2017) 6(11): 1889-1901
  - **Nelson P.E., T.A. Toussoun and W.F. Marasas.** 1983. *Fusarium* species. An Illustrated manual for identification. Pennsylvania State University press.
  - **Norhito Y., S. Jyuichi, S. Mamoru, S. Seizo and S. Takashi.** 2004. Physiological races and vegetative compatibility groups of butterhead lettuce isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lactucae* in Japan. Journal of General Plant Pathology. 70: 308–313.
  - **Vijai K. G., A.K. Misra and R. Gaur.** 2010: Growth Characteristics of *Fusarium* Spp. Causing Wilt Disease in *Psidium Guajava* L. in India. Journal of Plant Protection Research 50(4)
  - **World Health Organization (WHO) 2018.** Fumonisin : Fumonisin are a significant health risk to livestock, and potentially also to humans. REF.No.:WHO/NHM/FOS/RAM/18.2.www.who.int/foodsafety/FSDigest\_Fumonisin\_EN.pdf
  - **Yasushi H. and A. Tsutomu.** 2006. PCR-based differentiation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *radices lycopersici* and races of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Journal of General Plant Pathology. 72: 273–283.