التى نمت فى ضوء الشمس الكامل بعد ٣٥ يومًا من تفتح الأزهار.

٢- كان تركيز الكابسايسينويدات بالثمار أعلى عندما كانت حرارة الليل ٢٠ أو ٢٥°م عما كان عندما كانت حرارة الليل ١٥°م.

٣- وصل تركيز الكابسايسينويدات إلى أعلى مستوى له بعد ٢٥ يومًا من تفتح الزهرة.

٤- كان تركيز الكابسايسينويدات أعلى فى ١٠٠٠ جزء فى المليون من ثانى أكسيد الكربون عما كان فى ثمار معاملة الكنترول،أو معاملة تركيز ١٥٠٠ جزء فى المليون من الغاز.

٥- كان أعلى تركيز للسكر الكلى — وهو ٣٪ - فى الثمار التى تكونت فى ضوء الشمس الكامل، وذلك بعد ٤٠ يومًا من تفتح الأزهار.

٦- انخفض تركيز الجلوكوز والفراكتوز ما بين اليوم الخامس عشر واليوم الأربعين من تفتح الزهرة فى صنفين، وحدث العكس فى صنف ثالث، ولم يكن لحرارة الليل وتركيز ثانى أكسيد الكربون تأثير على أى منهما.

٧- ازداد تركيز السكروز بالثمار مع نضجها.

٨- كان أعلى تركيز للسكروز فى الثمار التى تكونت فى حرارة ليل عالية، وفى ١٠٠٠ جزء فى المليون من ثانى أكسيد الكربون (Jeong وآخرون ١٩٩٥)ز

العيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية

تشوهات الثمار

يصاحب تكوين الثمار البكرية — عادة — ظهور تشوهات مختلفة فى شكل الثمرة، ولكن لا يشترط غياب البذور لكى تظهر تلك التشوهات؛ ذلك لأن العوامل البيئية التى تؤدى إلى عدم الخصوبة وتكوين الثمار البكرية هى ذاتها التى تسبب حدوث تشوهات فى مبيض الثمرة يترتب عليها ظهور تشوهات الثمار.

ومن أمثلة تشوهات الثمار، ما يلى:

١- الثمرة المسطحة Flat Fruit .. ينتجها مبيض كبير ولكنه يكون مسطح هو كذلك

٢- الثمرة ذات القلم .. ينتجها مبيض ازداد فيه سمك القلم بصورة غير طبيعية

٣- الثمرة المركبة . تظهر على صورة ثمار صغيرة مشوهة على جوانب الثمرة الأصلية . وتنتج من نمو تكوينات غير طبيعية تشبه الكرابل تكون حول المبيض. تكون هذه الثمار الصغيرة دائمًا مشوهة وعديمة البذور.

٤- تكوين ثمار داخلية .. تظهر على صورة تكوينات تشبه الثمار داخل الثمرة الأصلية، ولكنها تكون دائمًا غير طبيعية (عن Rylski ١٩٨٦).

وبينما لم تؤثر الحرارة المرتفعة ليلاً (١٨°م) على عقد ونمو الثمار فى أصناف الفلفل ذات الثمار الكبيرة، فإن تلك الظروف أدت إلى إنتاج ثمار غير صالحة للتسويق فى أصناف الفلفل ذات الثمار الصغيرة؛ بسبب تأخيرها لتفتح المتوك، وما ترتب على ذلك من ضعف فى الإخصاب (عن Kanahama ١٩٩٤)

وفى مصر أدت تدفئة الصوبات البلاستيكية شتاء أثناء الليل حتى ١٦°م إلى نقص نسبة الثمار المشوهة، وزيادة محتوى الثمار من فيتامين جـ. مقارنة بعدم التدفئة. إلا أن التدفئة لم تؤثر معنويًا على محتوى الثمار من الكلوروفيل أو الصبغات الكاروتينية (El-Saeid وآخرون ١٩٩٦).

وقد أدت إزالة جميع الثمار التى يحملها النبات، أو إزالة أوراقه جزئيًا (توريقه)، أو خفض درجة الحرارة ليلاً إلى ١٢°م (مقارنة بحرارة ١٨°م) إلى تكوين أزهار مشوهة deformed. كما أدت إزالة جميع ثمار النبات وتوريقه إلى نمو ثمار مشوهة من البراعم الزهرية التى كان عمرها — وقت إجراء المعاملة — ثلاثة أيام قبل تفتح الزهرة وقد أدت معاملة إزالة الثمار إلى زيادة محتوى البراعم الزهرية (التى ظهرت بعد ١٥ يومًا من المعاملة) من الكربات المختزلة والنشا ويعتقد بأن معاملة إزالة الثمار تؤدى إلى توجيه الغذاء المجهز — الذى كان يتجه طبيعيًا إلى الثمار النامية — توجيهه إلى البراعم الزهرية؛ مما يؤدى إلى انتفاخها وتشوهها؛ ومن ثم تكوين ثم مشوهة (Aloni وآخرون ١٩٩٩).

البقع الملونة

تظهر البقع الملونة Colored Spots – غالبًا – على سطح ثمار الفلفل فى صورة مساحات كبيرة متغيرة فى اللون، وتتحلل فيها طبقات الخلايا التى تلى البشرة. تكون بداية ظهور هذه الحالة الفسيولوجية فى الثمار الخضراء، حيث تظهر عليها مساحات صفراء تبقى كذلك حتى بعد تحول الثمرة إلى اللون الأحمر.

تختلف الأصناف فى حساسيتها لظهور هذه الحال الفسيولوجية، ومن أكثرها حساسية الصنف مأور Maor.

وتزداد شدة الإصابة بزيادة التسميد الآزوتى والتظليل.

وتحتوى خلايا الجدار الثمرى الخارجى المتأثرة بهذه الحالة الفسيولوجية على تركيزات أعلى من الكالسيوم عما فى نظيراتها السليمة، كذلك تحتوى الخلايا المتأثرة على بللورات من أوكسالات الكالسيوم، ويزداد محتواها أكثر من حامض الأوكساليك (Aloni وآخرون ١٩٩٤).

تعفن الطرف الزهرى

تظهر أعراض تعفن الطرف الزهرى Blossom End Rot عند موضع اتصال الثمرة (وهى مبيض الزهرة المتضخم) بالقلم الزهرى فى كل من الثمار الصغيرة والثمار المكتملة التكوين على حد سواء يبدو النسيج المصاب بلون رمادى فاتح، ويكون طريًا ومائى المظهر فى البداية، ولكنه لا يلبث أن يتصلب بعد أن يجف. وإذا أصيبت الثمار وهى صغيرة فإن الجزء المتأثر من الثمرة قد يكون قطره مماثلاً لقطر الثمرة، وغالبًا ما تسقط هذه الثمار ولا يكتمل تكوينها. أما الثمار التى تُصاب متأخرة فإن الجزء المتأثر فيها يكون صغيرًا وتكمل بقية الثمرة نموها بصورة طبيعية.

تتلون الثمار المصابة عادة قبل موعد نضجها الطبيعى. كما تصيب الفطريات الرمية النسيج الميت المتحلل، ليصبح قاتم اللون. وقد تتمكن البكتيريا المسببة للعفن الطرى من إصابة الثمرة من خلال النسيج المضار.

وتزداد شدة الإصابة فى الثمار الأولى التى تعقد على النباتات الصغيرة التى يكون نموها الجذرى مازال محدودًا

وتظهر حالة تعفن الطرف الزهرى — أساسًا — عندما يقل وصول الكالسيوم إلى طرف الثمرة الزهرى عما يلزم لنمو هذا الجزء من الثمرة بصورة طبيعية

وبينما تبلغ نسبة الكالسيوم ٠,١٧٪ فى ثمار النباتات الممدة جيدًا بالعنصر (١٥٠ جزء من المليون من الكالسيوم فى المحاليل المغذية)، ولا تظهر على ثمارها أية إصابات بتعفن الطرف الزهرى. فإن النباتات التى تظهر بثمارها هذا العيب الفسيولوجى يكون محتواها من الكالسيوم منخفضًا، حيث بلغ فى إحدى الدراسات ٠,١٣٪ عندما احتوى المحلول المغذى على ٥٠ جزءًا فى المليون فقط من الكالسيوم

وينخفض تركيز الكالسيوم فى ثمار الفلفل بصورة طبيعية بالاتجاه نحو طرف الثمرة الزهرى. ويكون هذا النقص فى الطرف الزهرى أشد فى الثمار المتأثرة بتعفن الطرف الزهرى عما يكون عليه الحال فى الثمار الطبيعية (Morley وآخرون ١٩٩٣)

وبصورة عامة يكون مستوى الكالسيوم فى ثمار الفلفل منخفضًا، حيث يصل — حتى فى ظروف التغذية الطبيعية — إلى نحو ٠,٢٪-٠,٣٪ كما يقل تركيز الكالسيوم فى ثمرة الفلفل بالاتجاه من طرف العنق (حوالى ٠,٢٪) إلى الطرف الزهرى (حوالى ٠,٠٤-٠,٠٧٪) ولا يتجمع فى ثمار الفلفل سوى نحو ٦٪ من الكالسيوم الكلى الذى يمتصه النبات (عن Wien ١٩٩٧)

وعموما فإن المستوى الحرج للتغذية بالكالسيوم الذى يؤدى الانخفاض عنه إلى إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى يتأثر بكل من ظروف الجفاف، والملوحة، والتسميد الآزوتى، وقوة النمو النباتى

وترتبط كافة العوامل المؤثرة فى ظهور حالة تعفن الطرف الزهرى بنقص إمدادات الكالسيوم -- التى تصل إلى أنسجة الطرف الزهرى للثمرة — عن حاجتها من العنصر، حيث تزداد شدة الإصابة فى الحالات التالية:

١- نقص مستوى الكالسيوم:

أجريت معظم الدراسات الخاصة بتأثير نقص الكالسيوم على الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى المزارع المائية. ففى إحدى الدراسات ازدادت نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى الفلفل عندما كان مستوى الكالسيوم فى المحلول المغذى منخفضًا (٥٠ جزءًا من المليون) عما كان عليه الحال عندما كان مستوى الكالسيوم مناسبًا (١٥٠ جزءًا فى المليون). ويبين جدول (١٠-١) تأثير التغذية بمستويات مختلفة من الكالسيوم على شدة الإصابة فى دراسة أخرى.

جدول (١٠-١): تأثير مستوى الكالسيوم فى المحلول المغذى على إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى فى الفلفل.

مستوى الكالسيوم	تركيز الكالسيوم (ملى مكافئ/لتر)	الثمار المصابة (٪)	محتوى الكالسيوم فى الثمار (٪)
منخفض	١,١	٢٥,٥	٠,١٨
متوسط	٢,٢	٢,٢	٠,٢١
مرتفع	٤,٠	صفر	٠,٢٤

٢- زيادة مستوى المغنيسيوم:

يرجع هذا التأثير إلى أن زيادة المغنيسيوم تؤدى إلى نقص امتصاص الكالسيوم؛ بسبب التنافس الذى يحدث بينهما على الامتصاص. وفى إحدى الدراسات ازدادت معدلات الإصابة بتعفن الطرف الزهرى بزيادة تركيز المغنيسيوم فى المحاليل المغذية من ١٢ إلى ٩٧ جزءًا فى المليون، وصاحب ذلك نقص فى محتوى الثمار من الكالسيوم (عن Winsor & Adams ١٩٨٧).

٣- زيادة التسميد الآزوتى:

أدت زيادة معدلات التسميد الآزوتى إلى زيادة إصابة الثمار بتعفن الطرف الزهرى، وازداد هذا التأثير عند استعمال مصادر نشادرية للنيتروجين .. ففى إحدى الدراسات ازدادت نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى من ٣,٤٪ عندما كان كل النيتروجين

الضاف فى الصورة النتراتية إلى ١١,٢٪ عندما كان ٤٠٪ من النيتروجين المستعمل فى الصورة الأمونيومية والباقى فى الصورة النتراتية.

٤- زيادة تركيز الأملاح:

أدت زيادة تركيز الأملاح الكلى فى المحاليل المغذية من ١٠٠٠-٣٠٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى، ولم يمكن تجنب هذا التأثير للملوحة العالية بزيادة مستوى الكالسيوم إلى ٤٥٠ جزءًا فى المليون. ويرجع هذا التأثير إلى إضعاف الملوحة العالية لعملية امتصاص النبات للكالسيوم. وفى دراسة أخرى كانت نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى عند المستويات المختلفة من الملوحة فى المحاليل المغذية بالملى موز كما يلى: ١,٣٪ عند ٠,٤٥ ملى موز، و ١,٤٪ عند ٠,٩٠، و ٥,٦٪ عند ١,٣٥، و ٩,٣٪ عند ١,٨ ملى موز.

٥- نقص الرطوبة النسبية:

يؤدى نقص الرطوبة النسبية إلى زيادة معدل النتح من الأوراق، ومن ثم تحرك الكالسيوم سلبيًا مع تيار الماء المفقود بالنتح، وتجمعه فى الأوراق. هذا . إلا أن Ho & Hand (١٩٩٧) لم يجدا تأثيرًا للرطوبة النسبية على شدة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى الفلفل.

٦- زيادة معدل النمو الثمرى

ارتبطت ظاهرة تعفن الطرف الزهرى إيجابيًا مع معدل النمو الثمرى، وخاصة فى مراحل النمو الأولى، وكذلك مع عدد البذور فى الثمرة.

وكذلك ارتبط معدل الإصابة بتعفن الطرف الزهرى إيجابيًا مع حجم الثمرة.

ولزم توفر تركيزات عالية من الكالسيوم فى المحاليل المغذية لمنع الإصابة بتعفن الطرف الزهرى عندما كان معدل نمو الثمار عاليًا (Marcelis & Ho ١٩٩٩).

٧- ارتفاع حرارة التربة.

أدى تبريد المحلول المغذى إلى ٢٦°م كحد أقصى إلى خفض نسبة الثمار المصابة

بتعفن الطرف الزهرى من ١٠٪ إلى ٢٪ فى مزارع تقنية الغشاء المغذى، ومن ٢٠٪ إلى ١٤٪ فى مزارع وسائد البولى يوريثين Polyurethane، وذلك مقارنة بعدم تبريد المحلول المغذى، حيث تصل حرارته إلى ٣٣°م كحد أقصى، علمًا بأن تبريد المحلول المغذى كان له تأثير إيجابى على المحصول كذلك (Benot & Ceustêrmans ١٩٩٧).

وفى مزرعة صوف صخرى للفلفل البابريكا استحثت الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى المراحل المبكرة للنمو الثمرى (عند قطر ١,٥–٣,٥سم) عندما كانت الحرارة العظمى تزيد عن ٣٠°م (تراوحت الحرارة بين ٢٣، ٣٣°م)، والرطوبة النسبية الدنيا أقل من ٦٠٪. وقد أدى تبريد بيئة نمو الجذور — بتبريد المحلول المغذى المستخدم فى ريها إلى ١٧°م (تراوحت الحرارة الفعلية بين ١٧، و ٢٢°م) — إلى خفض حالات الإصابة بتعفن الطرف الزهرى، وازداد محتوى الثمار من الكالسيوم فى طرف الساق بنسبة ١١٪، وفى الطرف الزهرى بنسبة ٤٣٪ عما فى حالة معاملة عدم التبريد (Benoit & Ceustermans ٢٠٠١).

ويوصى لأجل الحد من الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى الفلفل مراعاة ما يلى:

١– غرس الشتلات عميقًا فى التربة.

٢– تجنب إثارة الجذور بالعزيق بعد بدء الإثمار.

٣– الاهتمام بالرى المنتظم.

٤– التسميد الجيد بالكالسيوم، وخاصة فى المزارع المائية (Hamilton & Ogle ١٩٦٢، و Ware & MaCollum ١٩٨٠).

وقد نقص محصول الثمار المصابة بتعفن الطرف الزهرى، وكذلك نقصت نسبة الثمار المصابة، وازداد المحصول الكلى بزيادة مستوى الكالسيوم — المضاف مع مياه الرى بالتنقيط — حتى ٦٨ كجم/هكتار (حوالى ٢٩ كجم Ca للفدان) (Alexander & Clough ١٩٩٨)

ويفيد استعمال الجبس الزراعى — المستعمل فى إصلاح الأراضى الملحية القلوية — فى توفير الكالسيوم للنبات

هذا إلا أن رش نباتات الفلفل بنترات الكالسيوم لم يكن دائمًا إيجابيًا فيما يتعلق بمكافحة تعفن الطرف الزهرى

٥- أدى استعمال أغطية البولى بروبلين الطافية إلى خفض الإصابة بتعفن الطرف الزهرى بشدة، بسبب الخفض الذى تحدثه الأغطية فى معدلات النتح من الأوراق

٦- كما أدى رش النموات الخضرية للفلفل بمضادات النتح إلى زيادة محتوى الثمار من الكالسيوم. وانخفاض نسبة إصابتها بتعفن الطرف الزهرى، ولكن مع حدوث انخفاض فى المحصول الكلى (عن Wien ١٩٩٧).

لفحة الشمس

تظهر الإصابة بلفحة الشمس sun scald فى جانب الثمرة الذى يتعرض لأشعة الشمس القوية. خاصة إذا حدث ذلك بصورة فجائية كما هو الحال عند فقد النباتات لجزء كبير من أوراقها عند الإصابة ببعض الآفات.

يكون النسيج المصاب فاتح اللون فى البداية. ثم يصبح طريًا، ومجعدًا قليلاً وفى النهاية يكون جافًا. وغائرًا، وأبيض اللون، وورقى الملمس وقد تنمو على النسيج المصاب فطريات مختلفة، مما يؤدى إلى تغير لونها وقد تظهر أعراض أقل حدة للسعة الشمس تتمثل فى ظهور اصفرار فى أحد جوانب الثمرة (Salunkhe & Desai ١٩٨٤)

تكون الثمار الخضراء المكتملة التكوين mature green أكثر من غيرها قابلية للإصابة بلسعة الشمس (Black وآخرون ١٩٩١)، وكذلك تزداد القابلية للإصابة عند تحول لون الثمرة من الأخضر إلى الأحمر. وتكون الثمار الخضراء غير المكتملة التكوين أقل حساسية، بينما تكون الثمار الحمراء الناضجة مقاومة للظاهرة

تحدث الأعراض من جراء فعل كل من الحرارة والضوء على نسيج الثمرة؛ فعندما ترتفع حرارة النسيج إلى ٥٠°م، تكون ١٠ دقائق فقط من التعرض للإضاءة القوية كافية لإحداث الضرر وأقل حرارة يمكن أن يحدث عندها الضرر هى ٣٨-٤٠°م، ولكن ظهور الضرر — حينئذٍ — يتطلب التعرض لما لا يقل عن ١٢ ساعة من الإضاءة القوية. وإلى جانب التأثير المباشر للحرارة العالية على نسيج الثمرة، فإن الضوء يعمل على إنتاج عناصر نشطة فى الأكسدة من الـ superoxide anion radicals من خلال فعله على الكلوروفيل فى الحرارة العالية.

وتؤدى زيادة نشاط إنزيم الـ superoxide dismutase فى البلاستيدات الخضراء إلى الحد من أضرار لفحة الشمس بالمساعدة فى تكوين فوق أكسيد الأيدروجين وأكسجين من الـ superoxide radicals. وقد وجد أن نشاط هذا الإنزيم يزداد عند تعريض الثمار لحرارة ٤٠°م لمدة ٦ ساعات وتنخفض معه شدة الإصابة بلسعة الشمس (عن Wien ١٩٩٧).

ويمكن الحد من الإصابة بلسعة الشمس بالوسائل التالية:

١- زراعة الأصناف ذات النمو الخضرى الغزير الذى يغطى الثمار بشكل جيد، ولكن يصاحب ذلك — عادة — زيادة فى نسبة سقوط الأزهار والبراعم الزهرية.

٢- زراعة الأصناف ذات الثمار الصفراء حيث أن حرارتها لا ترتفع بنفس الدرجة التى ترتفع إليها حرارة الثمار الخضراء عند تعرضها للشمس، كما أن محتواها العالى من الصبغات الكاروتينية يساعد فى حماية جدار الثمرة من التأثير الضار لعملية الأكسدة الضوئية photo-oxidation.

٣- تظليل النباتات بشباك تعطى تظليل بنسبة ٢٦٪-٣٦٪ (Wien ١٩٩٧).

التشققات والنُدَب

التشققات Cracks ليست شائعة الظهور فى ثمار الفلفل بصورة عامة، ولكن النُدَب Scars يكثر ظهورها فى ثمار الفلفل الجالابينو، وخاصة عند نضجها. والنُدَب عبارة عن تفلق فى أديم الثمرة، وفى التشقق يتعمق هذا التفلق ويمتد خلال جدار الثمرة حتى يصل

إلى الفجوة الداخلية (عن Johnson & Knavel ١٩٩٠). وتزداد النُدَب والتشققات قريبًا من الطرف الزهرى للثمرة، كما تزداد معدلات الإصابة بالتشققات بزيادة سمك الجدار الثمرى (عن Wien ١٩٩٧).

وتزداد قابلية ثمار الفلفل للإصابة بالتشقق الأديمى cuticular cracking -- أى تكون النُدب scarring — فى بداية مرحلة التحول اللونى

ويبدأ التشقق فى الفلفل بظهور شقوق دقيقة للغاية (يصعب رؤيتها بالعين المجردة) فى طبقة الأديم على سطح الثمرة، وهى التى تتطور إلى شقوق منظورة وتمتد فى خلايا الغلاف الثمرى الخارجى وتختلف أصناف الفلفل فى حساسيتها للإصابة بالتشقق، ويعود ذلك -- جزئيًا — إلى اختلافها فى سمك طبقة الغلاف الثمرى الخارجى. ويؤدى الحد من النتح ليلاً — بسبب الرطوبة النسبية العالية أو انخفاض الحرارة — إلى زيادة إنتاج خلايا الغلاف الثمرى الخارجى وزيادة حساسيتها للتشقق. ويحدث الأمر ذاته عند إزالة الأوراق، حيث يقل النتح كذلك. ومع زيادة نفاذية طبقة الأديم لبخار الماء — الأمر الذى يحدث فى المراحل المتأخرة من نمو الثمار فى الأصناف الحساسة للإصابة بالتشقق — فإن ضغط الامتلاء الداخلى الذى يزداد ليلاً يؤدى إلى تشقق الأديم (Aloni وآخرون ١٩٩٨)

ويعتقد Aloni وآخرون (١٩٩٩) أن السبب فى حدوث هذه الظاهرة هو ازدياد التباين اليومى بين الليل والنهار — على مدى فترة زمنية طويلة — فى كل من انتفاخ الثمرة fruit turger وقطرها، حيث يزداد التشقق الأديمى مع الازدياد فى معدل انتفاخ الثمار ومعدل استقبالها للغذاء المجهز أثناء الليل، ثم فقدها لجزء من رطوبتها وانكماشها بالفعل أثناء النهار، ومع تكرار ذلك خلال فترات النمو السريع للثمرة فإن التشقق يظهر فى الصباح الباكر بعد ضعف الأديم وعدم تحمله للضغط الذى يقع عليه ليلاً

ومما يؤكد ذلك ازدياد نسبة التشقق فى الظروف التى يقل فيها معدل النتح.

وتزداد الإصابة بالتشقق كذلك عند زيادة معدل تعرض الثمار للإشعاع المباشر، وعند

نقص الرطوبة الأرضية، ولكلا العاملين علاقة بالتغيرات اليومية فى انتفاخ الثمار وازديادها فى الحجم ليلاً، وفقدها للرطوبة وانكماشها نهارًا (Moreshet وآخرون ١٩٩٩).

التخطيط الأصفر

ترتبط ظاهرة التخطيط الأصفر Chlorotic streaking لثمار الفلفل — وهى ظاهرة فسيولوجية — بتغذية حوريات الذبابة البيضاء من النوع *Bemisia argentifolii*. تفرز الحوريات أثناء تغذيتها سمومًا تتحرك لمسافات قصيرة داخل النبات، وتؤدى إلى ظهور هذه الحالة الفسيولوجية.

وأهم أعراض التخطيط الأصفر هو ظهور خطوط ضاربة إلى الصفرة (Chlorotic) بعرض حوالى ٢–٣ مم بالتبادل مع خطوط خضراء قاتمة اللون بالعرض ذاته على الثمار. كما تكون ثمار النباتات المصابة بالذبابة — بصورة عامة — أفتح لونًا (أقل اخضرارًا) من ثمار النباتات غير المصابة والتى تكون خضراء قاتمة (Summers & Estrada ١٩٩٦).

إنبات البذور داخل الثمار

تعرف ظاهرة إنبات البذور داخل الثمار — فى أى نبات — باسم Vivipary، وهى حالة قليلة الظهور فى الفلفل. ويرتبط ظهورها بنقص البوتاسيوم. وقد أوضحت الدراسات أن محتوى الأوراق من البوتاسيوم ينخفض تدريجيًّا مع تقدم النبات فى العمر فى جميع مستويات التسميد البوتاسى، بينما يزداد محتوى الثمار من العنصر خلال المراحل المتأخرة من النضج. ومع تقدم الثمار فى النضج ظهر تباين شديد فى محتوى البذور من حامض الأبسيسيك ارتبط بكل من معدل التسميد البوتاسى ونسبة إنبات البذور داخل الثمرة؛ فكان محتوى بذور النباتات التى تعانى من نقص البوتاسيوم من حامض الأبسيسيك حوالى ١٤٪ مما فى نباتات الكنترول (٠,٤ مقابل ٢,٨ ميكروجرام/جم وزن جاف)، وارتبط التركيز العالى لحامض الأبسيسيك فى بذور الفلفل

مع انخفاض نسبة البذور النابتة داخل الثمار، وزيادة معدل التسميد البوتاسى، وزيادة محتوى الأوراق والثمار من العنصر (Marrush وآخرون ١٩٩٨)

الجذع الفلّينى أو قدم الفيل

تظهر أعراض قدم الفيل elephant's foot فى الفلفل على صورة أضرار بطبقة البشرة فى منطقة متضخمة من الساق بقاعدة النبات تحت مستوى الفلقات، وهو عيب فسيولوجى، ولكن وجود الأضرار بالبشرة يزيد من قابلية الإصابة بالأمراض الفطرية التى يمكن أن تؤدى إلى ذبول النبات وموته. يطلق على هذه الحالة — كذلك — اسم الجذع الفلّينى foot corkiness

تبدأ الإصابة بظهور انتفاخ بقاعدة الساق الرئيسى للنبات تحت مستوى الأوراق الفلقية. كما يظهر بالانتفاخ جروح تشبه التشققات بطبقة البشرة فى موضع الانتفاخ. تظهر الأعراض على الفلفل فى كل من الزراعات الحقلية والمحمية بعد الزراعة بنحو ٤٠ يومًا. وعندما يكون قطر الثمار الخضراء ٢,٥ سم على الأقل يمكن أن تصل نسبة الإصابة فى الزراعات المحمية إلى ٧٠٪ من النباتات.

وترجع أهمية هذه الحالة إلى زيادة قابلية إصابة النباتات بفطريات الحزم الوعائية، مثل *Fusarium oxysporum*، الذى يمكن أن يصل إلى أنسجة قاعدة النبات الداخلية من خلال جروح البشرة، مُحدثًا عفنًا بقاعدة النبات، وتلونًا وانسدادًا بالحزم الوعائية، مما يؤدى إلى ذبول النبات وموته هذا . ولا يشترط أن تذبل جميع النباتات التى تحدث بها ظاهرة قدم الفيل، ولكن تذبل — فقط — تلك التى تُصاب بالفطريات

تُلاحظ ظاهرة قدم الفيل فى كل من الزراعات المحمية الأرضية واللاأرضية عندما تتركم حول قاعدة النباتات تركيزات عالية من الأملاح التى تضر بالأنسجة، الأمر الذى يحدث عند زيادة تركيز المحلول المغذى. وعندما تتواجد قاعدة النبات عند حواف المنطقة المبتلة للنقاطات

كما يزداد ظهور هذا العيب الفسيولوجى فى النباتات التى تُشتل مع ظهور أوراقها الفلقية فوق سط التربة عما فى تلك التى يُعمَّق فيها الشتل بحيث تكون الأوراق الفلقية تحت مستوى سطح التربة. وربما يرجع السبب فى ذلك إلى أن موضع تلاقى أنسجة الجذر مع الساق أكثر حساسية للأملاح عن الأجزاء الأعلى من الساق.

وتأكيدًا على ذلك .. وجد أن نسبة الإصابة بذلك العيب الفسيولوجى كانت أعلى ما يمكن (٨٣٪) فى النباتات التى كان شتلها حتى منتصف صلية الجذور (التى يبلغ طولها ٣,٨ سم)، مقارنة بالنباتات التى كان شتلها حتى مستوى الفلقات (٦٪ إصابة)، وتلك التى شتلت حتى مستوى عقدة الورقة الحقيقية الأولى (صفر ٪).

هذا .. وليس لنوع بيئة الزراعة أية تأثيرات على ظهور حالة قدم الفيل.

ولقد لوحظ أن هذه الحالة الفسيولوجية يزداد ظهورها فى الظروف التالية:

١- تكرار الرى بالمحاليل المغذية قريبًا من ساق النبات.

٢- قلة الرى إلى درجة تؤدى إلى عدم غسيل الأملاح وتزهرها على سطح بيئة الزراعة بالقرب من قاعدة النبات.

٣- تواجد النباتات فى نهايات خطوط الزراعة، حيث يزداد النتح والتبخر؛ مما يؤدى إلى زيادة تراكم الأملاح.

٤- وجود النقاطات قريبًا جدًا من قاعدة الساق (٢,٥ سم أو أقل).

٥- عدم شتل صلية الجذور (مثل مكعبات الصوف الصخرى) عميقًا فى بيئة الزراعة، حيث يمكن أن تكثر فيها الأملاح.

ويمكن الحد من شدة الإصابة بتلك الظاهرة بمراعاة ما يلى:

١- الشتل العميق.

٢- زراعة الأصناف الأقل حساسية لأضرار الملوحة.

٣- إبعاد النقاطات عن قاعدة ساق النبات بصورة تدريجية (Jovicich وآخرون ١٩٩١. و Jovicich & Cantliffe ٢٠٠٤، و ٢٠٠٦).