

الأمراض الغير معدية في الخضر Noninfectious Diseases of Vegetables

1. تعفن الطرف الزهري Blossom End Rot

د. محمد عبد الخالق الحمداني

M.H.AL-Hamdany

mohammed2472010@yahoo.com

تخضع أي علاقة أو تداخل بين العوامل النباتية وعوامل إحداث المرض بغض النظر إن كانت تلك العوامل حية (Biotic Agents) كالفطريات والبكتريا والفيروسات والفايتوبلازما والنيماتودا والنباتات المتطفلة أو عوامل غير حية (Abiotic Agents) كنقص العناصر وجميع انواع الشد البيئي ،الى عاملين مهمين وهما إستعداد العائل لتضييف العامل أو التأثير به و فعالية ذلك العامل . ولما كان العائل النباتي أينما كان ، معرض بشكل دائم وخلال جميع مراحل النمو لمواجهة عوامل إحداث الضرر ، فإن درجات الضرر المتوقع حصولها قد تختلف باختلاف العامل المؤثر والعائل. تتصف نباتات الزراعة المحمية سواء داخل البيوت الزجاجية أو البيوت البلاستيكية أو تلك المتواجدة في الأنفاق بندرة تعرضها لأمراض غير معدية متسببه عن الإجهادات البيئية المختلفة كالإجهاد المائي أو الإجهاد الملحي أو الإجهاد الحراري أو حتى نقص العناصر ، وبذلك فإن الممرضات الحية غالبا ما تكون في أفضل الظروف البيئية من حيث درجات الحرارة والرطوبة مما يقود إلى تفرغ الممرضات للعوائل الموجودة وعدم تشتت فعاليتها في تحمل ظروف عديدة كغياب العائل أو عدم توفر الظروف المناسبة كتذبذب درجات الحرارة وأنواع عديدة من الإجهادات التي تعانيها نفس الممرضات عند العمل مع نفس العوائل النباتية ولكن في الزراعة المكشوفة . ولما كان هدف اغلب المزارعين أو منتجي محاصيل الخضر في الزراعة المحمية جعل صحة النباتات المزروعة من أولويات العملية الإنتاجية ، فإن ضمان صحة النباتات يمثل أحد الوسائل المهمة في إدارة الأمراض النباتية . إن توفر صحة النباتات من خلال توفير التغذية الكاملة سوف يقود

بدون شك إلى إنتاج نباتات قوية ذات قدرة عالية على تجديد الأجزاء التي قد تمكن منها ممرض معين... ومع ذلك فقد تتعرض النباتات وتحديدا الخضر في الزراعة المحمية إلى مشاكل عديدة عادة ما تؤثر سلبا على الحاصل . ستركز المقالة الحالية على بعض الأمراض الغير معدية التي تسببها عوامل غير حية وسيتم التركيز على الأعراض المرضية التي تتكشف على الثمار بإعتبارها الوجهة الحقيقي في إنتاج أغلب محاصيل الخضر .

وعلى الرغم من تكشف أعراض مرضية متنوعة بسبب عوامل غير حية ..إلا إن هذه المقالة مخصصة لمناقشة مرض تعفن الطرف الزهري على ثمار العديد محاصيل الخضر، لأنه أحد أهم الأمراض الغير معدية التي عادة ما تسبب خسارة كبيرة في الحاصل ، لذلك فقد يكون أحد اسوأ أعراض نقص العناصر في محاصيل الخضر.



أعراض تعفن الطرف الزهري في ثمار الطماطة والقرع

بسبب كثرة تكشف أعراض مرض تعفن الطرف الزهري في ثمار محصولي الطماطة والقرع ، فقد يظن الكثيرين خطأ بأن تلك الأعراض المرضية محصورة فقط في ثمار هاذين المحصولين . تتكشف مثل هذه الأعراض ايضا في ثمار الفلفل والبانجان والرقى والبطيخ والخيار إعتامادا على وجود العامل أو العوامل المسببة (شكل 1). يعزي البعض ظاهرة سقوط ثمار الخضر في بداية العقد إلى إجهاضها لضعف التخصيب ، بينما يعتبره الآخرون أحد أشكال تعفن الطرف

الزهري . ويسبب تشوه الثمار المصابة، فإن هناك من يصنف العرض المرضي على أنه أحد أشكال تشوه النمو (Growth Disorder) ، لأن حصول الموت في الطرف البعيد من الثمرة الحديثة سيؤدي إلى حصول عدم تماثل في نمو الثمار المصابة. إن خطورة تعفن الطرف الزهري مواعيد وأماكن تكشفه ، إذ من الصعب على المزارع وهو ينتظر تسويق الثمار، رؤية أعراض غريبة على ثمار نباتاته ... أعراض تختزل الكثير من القيمة السعيرية للثمار إن تم شراؤها. تتطور مناطق غريبة في قواعد ثمار الطماطة تختلف في نسجتها عن ما يجاورها باللون والمستوى .. فهي ذات ألوان مختلفة تمتد من الرمادي إلى البني وأحيانا الأسود اعتمادا على مواعيد رصد هذه الحالة. كما يكون لون المنطقة المصابة مرتبط نوعا بظروف الزراعة وبعيد أو قرب الثمار من سطح الوسط الزراعي . تتكشف الأعراض المرضية خلال جميع مراحل نمو الثمار، ولكن يكثر حدوثها في الوجبة الأولى من الثمار، وقد يستمر تكشف الأعراض طيلة الموسم أو يتوقف عند الوجبة الثانية أو عند أي مرحلة زمنية بعد معالجة الحالة . قدرت الخسارة المتسببة عن هذا النوع من الأمراض بحدود 50% أو أكثر من الثمار الناضجة في حالة عدم معالجة المسبب أو الأسباب.



شكل 1: أعراض مرض تعفن الطرف الزهري في بعض محاصيل الخضار

وبسبب خطورة هذه الأعراض على القيمة التسويقية للثمار المصابة فسنتعرف بالتفصيل الأعراض المرضية التي غالباً ما تتواجد في أغلب ثمار محاصيل الخضر.

الأعراض المرضية (Disease Symptoms)

كما ذكرنا في المقدمة، عدم إقتصار تكشف الأعراض المرضية على ثمار الطماطة بل إن أغلب ثمار الخضر معرضة لظهور تلك الأعراض على ثمارها ، إن توفرت الظروف المناسبة لتكشفها. تبدأ أعراض المرض على شكل بقع دباغية إلى رمادية اللون عادة ما تكون مواقعها في أطراف الثمار البعيدة عن الساق. تتصف أنسجة مناطق الإصابة باللمس الجدي الناعم المشبع بالماء (Water Soaked) وتكون غائرة نسبياً (Sunken Lesion) . إن ظهور أعراض المرض ليس له علاقة أو ارتباط بمواعيد محددة من فترة نضج الثمار ، بل يرتبط تكشفها بتوفر أسبابها، وقد تتطور الأعراض لتتسع وتصبح بقع غائرة بشكل واضح يرافقها تغير في لون النسيج المصاب إلى الأسود أو البني الغامق جداً بسبب حصول إصابات ثانوية (Secondary Infections) مع نضج مبكر للثمار المصابة . تتزايد أحجام البقع أو المناطق المصابة مع مرور الوقت وبقاء السبب ، لتغطي البقعة الواحدة جميع المساحة السطحية السفلى للثمرة المصابة . وبسبب ضعف أو موت خلايا بشرة البقع المصابة ، فإنها تجذب أكبر عدد ممكن من الفطريات الرمية أو الإختيارية لتستضيفهم من خلال الإصابات الثانوية ليتطور لدينا تعفن كامل للثمرة المصابة. إن حصول إصابات ثانوية لمناطق الإصابة قد يسبب في بعض الأحيان إرباكا في التشخيص لدى بعض العاملين في البيوت الزجاجية وخاصة في تلك التي تتكشف في ثمار الفلفل عندما يتم رصد الحالة بوقت متأخر بسبب الإصابات الثانوية للمناطق الميتة التي قد تضيف بعداً لآخر للأعراض المرضية (شكل 2) . من جانب آخر يخطأ البعض في التشخيص عندما يكون التشخيص مبكراً لأن الأعراض الأولية المبكرة تبدو وكأنها أعراض لسعة أو ضربة شمس (Sun Scald) بسبب اللون الدباغي لمنطقة الإصابة (شكل 2) . ومن الجدير بالذكر، فإن العرض المرضي المعروف بوجه القطة (Cat face) هو أحد أشكال تشوه ثمار الطماطة الناتج من الإصابة الغير متطورة لتعفن الطرف الزهري ، كما يطلق الفلاح العراقي على احد اصناف الطماطة المحلية أو المتطبعة في العراق اسم أبو عكال (نسبة للعقال العربي) (شكل 3) حيث تبدو التشوهات الحاصلة في الطرف البعيد من الثمرة على شكل حلقة أو حلقتين بما يشبه العقال، وهو بالحقيقة موت نسيجي متحدد ناتج عن إصابة جزئية للطرف الزهري . تسيد الصنف المشهور أبو عكال في العراق خلال ستينيات وسبعينيات القرن الماضي لأن ثماره كبيرة الحجم ولأنه غني بالعصير وثماره ذات نكهة نفتقدها في الأصناف الجديدة.ولما كانت الأصناف ذات

الثمار الكبيرة أكثر تقبلا للتعرض لهذا التشوه في نمو الثمار، فإن الصنف أبو عكال كان على ما يبدو من الأصناف المتحملة لنقص الكالسيوم في الترب العراقية، لأن الإصابة لا تتعدى موت وقعي للخلايا يقود دائما لتوقف النمو فيها فقط وهي من الصفات الجيدة . كما يتكشف في بعض الأحيان تلون بني في الأنسجة الواقعة بين المناطق المنتفخة من الثمرة وبذلك تكون مواقع تلك الأشرطة النسيجية الميتة غائرة نتيجة لإستمرار نمو المناطق المنتفخة . يبدو بأن العرض المرضي أبو عكال ووجهه القطة عادة ما تتكشف في نباتات الطماطة ذات الثمار الكبيرة وهي بالمناسبة أصناف مفضلة عند أغلب المزارعين على الرغم من حساسيتها . يعتقد البعض بأن وجه القطة عادة ما ينتج بسبب التطور الغير طبيعي لجميع مكونات الزهرة الأنثوية (Pistil) الذي يشمل المبيض ومحتوياته والقلم والمدقة التي تتحول بعد التلقيح إلى ثمرة. تزداد حصول أعراض وجه القطة عند إنخفاض درجات الحرارة لما دون 13 م° خلال تطور الأزهار والتزهير كما قد يسبب إستخدام بعض مبيدات الأدغال كـ D-4-2 أو أي مبيد أدغال يحوي على مركبات Phenoxy . وهي نفس العوامل المشجعة لتكشف تعفن الطرف الزهري. أما في الخيار فإن ثمار النباتات المتعرضة للمسبب يتكشف في نهاية الثمار تلون غامق غالبا ما يكون أسود اللون ، وقد تتشقق المنطقة المصابة أو تصبح على شكل منطقة غائرة..وكما حدث مع مواقع الإصابة في بقية الثمار، فإن المنطقة المتأثرة في نهاية ثمرة الخيار تتعرض إلى إصابات ثانوية . أما بقية الثمرة فتبدو إعتيادية الشكل والنمو.



شكل 2: أعراض مبكرة لتعفن الطرف الزهري في ثمار الطماطة والفلفل ومتأخرة في ثمار الفلفل

مسبب المرض (Disease Causal Agent)

على الرغم من وجود عوامل عديدة قد تكون بمجموعها أو بتواجد أي منها كمسبب للمرض، إلا إن هناك مسبب رئيسي لا بد وأن تكون نتائج وجوده أو حدوثه ذلك التعفن إنه نقص في تركيز الكالسيوم الواصل للثمار. ولكي نفهم لماذا يسبب نقص عنصر غير رئيسي في التربة هذا الدمار الكبير في ثمار أغلب الخضار، علينا أن نعرف دور هذا العنصر في النبات. تكمن أهمية الكالسيوم في دوره الرئيسي في تنشيط الأغشية الخلوية و تدعيم جدران الخلايا النباتية، ولذلك فإن أغلب التشوهات الحاصلة في ثمار محاصيل الخضار غالبا ما تعزى إلى تواجد النباتات تحت ظروف نمو غير ملائمة للمحصول..... وليس لعدم جاهزية الكالسيوم لجذور النباتات بدليل حصول الأعراض المرضية في ترب لاتعاني من اي

نقص في الكالسيوم . إن النمو السريع في محاصيل الخضر خلال الأجواء الحارة والمصحوبة بالرياح تمثل العامل الأخطر، لأن هذه الظروف تؤثر سلبا على قدرة الجذور في تجهيز مكونات النبات من الساق والأوراق والثمار بهذا العنصر... كما يسبب النمو السريع للنباتات تحت ظروف رطوبة جيدة حدوث أعراض النقص لعدم التوازن بين العرض والطلب . **توجد عوامل تشجع تكشف العرض المرضي مثل فرط الري ، تملح التربة، تسميد مفرط بالبوتاسيوم أو وجوده بكميات عالية في التربة أو السماد المستخدم ، التسميد المفرط بالأمونيا كمصدر للنيتروجين وأخيرا تمرض الجذور بأي عامل حيوي أو غير حيوي وخاصة مهاجمتها من قبل مسببات تعفن الجذور تعفن أطرافها سوف تختزل كفاءتها في إمتصاص العناصر التغذوية ومنها الكالسيوم.** يتحرك الكالسيوم خلال نظام النتح في النبات (Transpiration System) ليصل أول مرة إلى الأوراق القديمة... لذلك فإن أعراض نقص هذا العنصر عادة ما تلاحظ أول مرة في الأوراق الحديثة وفي نقاط النمو في النبات، لأن معدلات النتح في تلك المناطق عادة ما تكون واطئة.... وبعيدا عن الأعراض المرضية التي ستظهر على الأوراق، فإن النقص الشديد في الكالسيوم سوف يجهض عملية عقد الثمار وهو أفضل أسباب سقوط الأزهار أو حدوث موت لنقاط النمو في النبات . إن الثمار المتكونة في ظروف نقص الكالسيوم إن تكونت ، عادة ما تكون صغيرة وعديمة الطعم وقد تفشل في أن تنمو بشكل طبيعي . وقد يدمر نقص العنصر أي إنتاج قابل للتسويق من الخس (شكل 4) ومن الجدير بالذكر بأن عنصر الكالسيوم متواجد ضمن مكونات المحاليل المغذية بمعدل 150-200 جزء بالمليون (ppm 150-200) على أن يتم السيطرة على درجة التأين الكهربائي في المحلول المغذي (Ec) بما لا يزيد عن 2dS/m لأن نقص العنصر يزداد تأثيره على النباتات عند زيادة درجة التأين عن ذلك. ولما كان تواجد الكالسيوم في التربة لا بد وان يتزايد خلال فترة نمو الثمار.. لأن تواجده ضروري لتدعيم نمو إعتيادي للثمار... فإن حدوث أي خلل في التغذية خلال فترات نمو الثمار سوف يؤدي إلى حدوث كسر في الحلقة المتواصلة ... وبالتالي فقد تتوقف وتيرة النمو في مرحلة معينة ... تزداد المساحة المتضررة إن أهملت معالجة المسبب .. أو تتناقص إن عولجت أسبابها... لذلك يمكن القول بأن تكشف الأعراض المرضية غالبا ما يكون منوطا بحدوث عدم توازن بين الكميات المطلوبة من الكالسيوم لدعم النمو السريع للثمار وبين الكميات المجهزة للنباتات من قبل الجذور، بغض النظر عن الوسط الزراعي . سجلت دراسات عديدة أسباب تكشف أعراض تعفن الطرف الزهري في ثمار النباتات المزروعة في التربة منها على سبيل المثال الشد المائي أو الزراعة في تربة رديئة الصرف أو تربة مضغوطة (Compacted Soil) أو حصول تفاوت في زيادة المحتوى الرطوبي للتربة مما يختزل إمتصاص أو حركة الكالسيوم من قبل النباتات أو حصول زيادة سريعة في نمو الثمار بسبب التسميد

النيتروجيني للتربة وعوامل أخرى سيتم الحديث عنها في فقرة إدارة المرض وذلك لأن أحد متطلبات إدارة المرض من قبل العاملين معرفة تامة بالمسبب ، ليتم وضع الحلول المناسبة لتقليل أهميته أو منع تأثيره السلبي .



شكل 3 . أشكال مختلفة لتعفن الطرف الزهري في الطماطة (وجه القطة و أبو عغال)



شكل 4. أعراض نقص الكالسيوم في الخس

إدارة المرض (Disease Management)

يمكن تقليل أو منع حدوث العرض المرضي من خلال معرفة العوامل التي تساهم في إحداثه والعمل على تجاوزها كما في الممارسات التالية:

1. إضافة الجير المطفي (كربونات الكالسيوم) عند الزراعة في التربة الحامضية أو بعد فحص تواجد الكالسيوم في التربة بهدف تدعيم وجوده على أن يكون موعد الإضافة قبل نقل الشتلات للحقل. يفضل أن يكون الأس الهيدروجيني للتربة (pH) لا يقل عن 6.5. وعلى الرغم من أغلب التربة العربية غير حامضية إلا إن الوسط الزراعي المستخدم في بعض انماط الزراعة المحمية قد يكون حامضياً.
2. لما كان الطلب الكبير على عنصر الكالسيوم في مناطق النمو حالة عامة، فإن حدوث نمو سريع في الثمار قد يسبب حدوث خلل في وتيرة التجهيز.... يتكرر حدوث مثل هذا الخلل تحت ظروف المناخ الدافئ، حيث تزداد حركة الماء داخل النبات وخاصة بإتجاه الأوراق وليس الثمار.... وبسبب هذا التباين في سرعة الانتقال، فإن جاهزية الكالسيوم للمناطق البعيدة من الثمار المتكونة حديثاً سوف تتأثر أو تتحدد. كما إن درجات الحرارة العالية داخل المنظومة يرافقه إجهاد مائي غالباً ما تساهم بشكل كبير في تذبذب جاهزية الكالسيوم. إن تكشف أعراض المرض لا يقتصر حدوثه في النباتات المتعرضة لعامل الحرارة والعطش فقط، بل إن زيادة الماء في

- الوسط بما يماثل الغدق ولفترة طويلة سوف يشجع تكشف الأعراض المرضية ، لأن الغدق يختزل قدرة الإمتصاص عند الجذور مما يقود إلى حصول نقص في تجهيز الكالسيوم حتى وإن كانت مستوياته في الوسط جيدة ، لذلك فإن المحافظة على الري المنظم ومراقبة درجات الحرارة من العوامل المهمة التي ستجنب تكشف الأعراض. تحتاج النباتات إلى رطوبة مستمرة يمكن تصورها من خلال الرطوبة التي تحدث عند سقوط أمطار بكمية 25-30 مليلتر في إسبوع واحد (أي كل متر مربع من الوسط الزراعي أو التربة المزروعة بالنباتات يحتاج إلى 25-30 لتر ماء خلال إسبوع واحد) . ومن الجدير بالذكر إن أسوأ توقيت لحدوث الشد المائي هو في مرحلة تطور الثمار**
- نباتات زرعت مبكرا ونمت تحت ظروف جيدة... لذلك على العاملين أن يحرصوا على تجنب حدوث الشد المائي على النباتات المزروعة بشكل مبكر .. لأن حدوث الشد المائي المفاجيء في مراحل تطور الثمار لا بد وأن يتكشف عن أعراض المرض المذكور . إن إختلاف وقع الشد المائي على النباتات المزروعة بمواعيد مختلفة أو نباتات أصناف مختلفة غالبا ما يعتمد على المرحلة التطورية لنمو النباتات ، لذلك فعلى العاملين أن يولوا أهمية كبيرة لموضوع إختلاف أعمار النباتات في الموقع الواحد ليتم تجنب حدوث أي شد مائي خلال مراحل نمو الثمار حصرا.**
3. **يقود حصول الشد المائي بسبب عدم تنظيم عمليات الري في بعض الترب إلى تجميع الأملاح في التربة المحيطة بالجذور، مما يؤدي أو يشجع سيادة أملاح أخرى على الكالسيوم، لذلك فإن إنتظام ري النباتات أو الري بالتنقيط سيؤدي بدون شك إلى عدم تراكم الأملاح بسبب حدوث عملية الغسل المنظم.**
4. **تجنب إحداث أي نوع من تجريح أو تقطيع جذور النباتات المزروعة أثناء المراحل الأولية لنشوء الثمار، لتأثيره السلبي على حالة التوازن الحاصل بين المجموع الجذري والمجموع الخضري . إن أي خلل في المعادلة بين الجذور والأوراق سينعكس بدون شك على كفاءة الجذور في تزويد الأخير بالمستلزمات التغذوية ومنها الكالسيوم على الرغم من تواجده في التربة بشكل جيد...إن أفضل طريقة للتحقق من حدوث ذلك هو تناثر النباتات التي تظهر على ثمارها أعراض المرض.**
5. **تظهر أعراض المرض كذلك في النباتات المزروعة في مناطق باردة حيث درجة حرارة التربة الواطئة غالبا ما تسبب ضعف المجموع الجذري مما يجعل تلك الجذور غير قادرة على تجهيز النمو الخضري بالكميات الكافية من الماء والعناصر الغذائية خلال فترة الشد المائي ، أو عند التبكير بموعد نقل الشتلات للتربة . إن الثمار الأولى من تلك النباتات غالبا ما تظهر فيها أعراض**

المرض... وإن هذا التكشف قد يصبح ضئيلا أو معدوما مع الزمن... لذلك فإن زراعة الطماطة في التربة الدافئة سوف يجنب تكشف أعراض المرض...

6. **لايفضل إستخدام التسميد الورقي الغني بالكالسيوم لمعالجة الحالة**، وذلك لضعف إمتصاص الكالسيوم من قبل ألمجموع الخضري للنباتات أولا وصعوبة حركته في النبات وصولا للثمار حيث الحاجة إليه ثانيا .. أما إن كانت هناك حاجة مستعجلة لتدارك إرتفاع مستوى تكشف الأعراض المرضية من خلال رش النباتات بمحلول كلوريد الكالسيوم (CaCl₂) . يتطلب أن تدار عملية المعالجة بالرش من قبل ذوي الخبرة، لأن كلوريد الكالسيوم قد يكون ساما للنباتات إن تكرر إستخدامه أو إستخدم بإفراط . ينصح بتذويب بما يوازي ملعقة صغيرة (ملعقة شاي) من كلوريد الكالسيوم (تركيز 96%) ب لتر واحد من الماء على أن تعاد عملية الرش لـ 3-4 مرة على أكثر تقدير، ، ومع ذلك فإن معاملة التربة أو مياه السقي بمصادر الكالسيوم لاتظاهيها أي عملية رش للنباتات. **يفضل الكثير إستخدام نترات الكالسيوم رشا على ألمجموع الخضري بواقع 8 غم/لتر .**
تجنبنا لحدوث أي تسمم بسبب كلوريد الكالسيوم.

7. **يفضل أن يكون مصدر النيتروجين المستعمل في التسميد نترات بدلا من الأمونيا** .. لأن أيونات الأمونيا (NH₄) تختزل قدرة النباتات في إمتصاص أو أخذ الكالسيوم على الرغم من وجوده في التربة. توجد أنواع أو بالأحرى توليفات محددة من السماد المركب (NPK) يمكن توظيفها لتقليل إحتمال تكشف أعراض المرض مثل: 4:12:4 أو 5:20:5. لذلك يمكن القول بأن نقصان الكالسيوم أو زيادة كبيرة في عنصري البوتاسيوم والمغنيسيوم أو زيادة في إستخدام اليوريا كمصدر للنيتروجين كلها عوامل محفزة لتكشف الأعراض المرضية. ومن الجدير بالذكر وجود إستخدام مفرط للأمونيا كمصدر وحيد للنيتروجين كأحد الممارسات السائدة في كثير من الدول العربية .

8. **من الأخطاء الشائعة لدى غالبية أصحاب الزراعات المحدودة أو الزراعة المحمية وهي عدم فهم فلسفة ري النباتات...** لأن بعض الأيدي العاملة في الزراعة المحمية ترش أوراق النباتات يوميا أو كل يومين... لذلك **فإن رش أوراق النباتات حتى لو كان يوميا لن يكون بديلا عن دخول الماء عن طريق إمتصاص الجذور له..** لأنه كما ذكرنا في الفقرة السادسة حول كمية الماء الضرورية للنباتات. من جهة أخرى، فإن التفريط في ري النباتات قد يشجع تكشف الأعراض المرضية **لأن الغدق يختزل كفاءة الشعيرات الجذرية** في إمتصاص العناصر الغذائية وخاصة الكالسيوم . لذلك

فإن الري بالتنقيط هو الطريقة المناسبة لمنع حدوث أي إجهاد مائي أولاً وهو أفضل وسائل منع التراكم الملحي في منطقة الجذور التي قد تعيق جاهزية الكالسيوم للنباتات ثانياً.

9. وأخيراً على الرغم من وجود إختلافات واضحة في سلوك أصناف المحصول الواحد ، إلا إن تلك الإختلافات قد لا تشكل دليلاً قاطعاً على وجود مصادر مقاومة ولكن قد تكون هناك أصناف أكثر تحملاً للشد الحراري . وأخيراً فقد تمكن مؤخرًا ولأول مرة فريق علمي في جامعة العلوم والتكنولوجيا الكويتية من تشخيص بروتين مسؤول عن نقل الكالسيوم من الجذور للساق ، فبدون هذا البروتين الناقل، فإن النباتات عادة ما تتكشف فيها صفة التقزم وهي أحد الأعراض المرضية لنقص الكالسيوم في النباتات... كما وجد الفريق البحثي بأن الكالسيوم يمتص عن طريق خلايا بشرة الجذور (Epidermal Root Cell) وليس كما هو معروف بالخلايا الداخلية (Endodermal Root Cells) . إن الإكتشاف المذكور قد يفتح الطريق أمام إمكانية تطوير أصناف خضر تحوي في تركيبها الجينية موقع المورث المتحكم بذلك البروتين المتخصص الناقل للكالسيوم .

المصادر

Bennett, W. F. 1994. Plant nutrient utilization and diagnostic plant symptoms. Pages 1-7 in W. F. Bennett (Ed.), Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants. APS Press, St. Paul, MN. 202pp.

Bergmann, W. 1992. Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis. Gustav Fischer Verlag, New York. 741pp.

Roorda van Eysinga, J. P. and K. W. Smilde. 1981. Nutritional Disorders in Glasshouse Tomatoes, Cucumbers and Lettuce. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, the Netherlands.

Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1991. Plant Physiology, 4th Ed. Wadsworth Pub. Co., Belmont, CA. 682pp.

Shurtleff, M.C. and Averre, C. W. 1997. The Plant Clinic and Field Diagnosis of Abiotic Diseases. APS Press, St. Paul, MN, 256pp.

Wilcox, G. E. 1994. Tomato. Pages 137-141 in Bennett, W. F.(Ed.), Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants. APS Press, St. Paul, MN.

Wong-Yong Song, Kwan-Sam Choi, De Angeli Alexis, Enrico Martinoia and Youngsook Lee .2011 . Blossom end rot: Transport protein identified." Phys.Org. 23, Nov 2011. <http://phys.org/news/2011-11-blossom-protein.html>