وقد وجد أن وزن الكبد والغدة الدرقية ازداد فى فئران التجارب التى أعطيت فى غذائها 5-vinyl-OZT، وهو مركب ينتج من 2-hydroxy-butenyl-GS.

ومن ناحية أخرى .. وجد أن المركبين: benzyl-، و 2-phenylethyl-NCS – اللذان ينتجان عن تحلل الـ GS – يثبطا الإصابات السرطانية المحدثة كيميائيًا فى فئران التجارب.

وقد وجد Carlson وآخرون (١٩٨٧) تشابهًا فى نوعيات الجلوكوسينولات الموجودة فى كل من القنبيط ، وكرنب بروكسل، والكيل.

هذا .. وقد وجد أعلى تركيز لأيون الثيوسيانات فى الأقراص غير الناضجة، ثم قل تركيزه تدريجيًا مع النضج. كذلك كان أعلى تركيز فى النموات الخضرية فى البادرات الصغيرة التى بعمر ١٥ يومًا، ثم انخفض التركيز تدريجيًا، مع تقدم النباتات فى العمر إلى أن وصل إلى أقل مستوى له فى النباتات التى بعمر ٧٢ يومًا أو أكثر (Ju وآخرون ١٩٨٠).

العيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية

طرف السوط

تظهر أعراض الإصابة بحالة طرف السوط عند نقص عنصر الموليبدنم molybdenum. تظهر أعراض نقص العنصر فى الأراضى الحامضية التى لا يكون ميسرًا فيها للامتصاص، ونادرًا ما تظهر أعراض نقص الموليبدنم فى الأراضى المتعادلة، أو القلوية.

تتميز أعراض الظاهرة بعدم نمو نصل الورقة بصورة كاملة فتصبح شريطية، وشديدة التجعد. ولا ينمو فى الحالات الشديدة سوى العرق الوسطى للورقة، وتتشوه القمم النامية المكونة للرأس؛ فتصبح غير صالحة للتسويق. وتعتبر أصناف طراز السنوبول أكثر الأصناف تعرضًا للإصابة. وقد تختلط أعراض الإصابة بهذه الظاهرة أحيانًا مع أعراض تغذية يرقات بعض الحشرات على أجزاء من نصل الأوراق الصغيرة التى تكبر بعد ذلك، وهى تتكون من عرق وسطى مع جزء غير كامل من النصل.

وتعالج حالة طرف السوط بمراعاة ما يلى:

١ – رفع pH التربة فى الأراضى الحامضية إلى ٦,٥.

٢ – رش النباتات فى المشاتل قبل الشتل بأسبوعين بموليبدات الصوديوم، وتكفى نحو ٣ جم من المركب لعاملة شتلات تكفى لزراعة فدان.

٣ – التسميد بنحو نصف كيلو جرام من موليبدات الصوديوم، أو موليبدات الأمونيوم للفدان. تضاف هذه الكمية عن طريق التربة بعد خلطها بالأسمدة الأخرى، وقد تضاف مع ماء الرى، أو فى المحاليل البادئة.

احتراق أطراف الأوراق

يتشابه العيب الفسيولوجى احتراق أطراف الأوراق leaf tipburn فى القنبيط مع نظيره فى الكرنب، والذى يظهر على صورة احتراق بأطراف الأوراق الحديثة الصغيرة المحيطة بالرأس، وذلك بسبب نقص الكالسيوم، وخاصة فى فترات النمو السريع. ومن مضار هذا العيب الفسيولوجى فى القنبيط عدم نمو الأوراق بقدر كافٍ يسمح بربطها معًا لإجراء عملية التبييض ، فضلاً عن وجود أجزاء متحللة بالأوراق قد يحدث بها عفن طرى يمكن أن ينتقل منها إلى القرص.

وتزداد الإصابة باحتراق أطراف الأوراق دائمًا فى الأوراق الحديثة، وخاصة فى الأنسجة السريعة النمو عما يكون عليه الحال خلال مرحلة ازدياد القرص فى الحجم.

وأوضحت الدراسات أن تركيز الكالسيوم فى أوراق القنبيط كان دائمًا أعلى فى الأجزاء غير المصابة عما فى الأجزاء المصابة.

ومن بين العوامل التى وجد أنها تؤدى إلى زيادة الإصابة باحتراق أطراف الأوراق: ارتفاع درجة الحرارة، وجفاف التربة، وغدق التربة (تشبعها بالرطوبة لفترة طويلة).

كما وجد أن مستويات التسميد الآزوتى المرتفع تؤدى إلى زيادة حالات الإصابة وزيادة شدة الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

وقد أمكن التغلب على هذه الحالة إما عن طريق رش النباتات أسبوعيًّا لخمس أو ست مرات بالكالسيوم بمعدل ٤ كجم/هكتار (١,٧ كجم Ca للفدان) فى صورة نترات كالسيوم، وإما بإضافة ١٠٠٨ كجم/هكتار (٤٢٤ كجم Ca للفدان) قبل الزراعة فى صورة كلوريد كالسيوم أو كبريتات كالسيوم (Gruesbeek & Zandstra ١٩٨٨).

ومن ناحية أخرى .. لم يجد Rosen (١٩٩٠) أية تأثيرات للرش المتكرر بكلوريد الكالسيوم أو بالكالسيوم المخلبى على نمو الكرنب أو إصابته باحتراق أطراف الأوراق. وبينما أدت زيادة التسميد الآزوتى من ٦٧ إلى ٢٠١ كجم N للهكتار (٢٨ إلى ٨٤ كجم N للفدان) إلى زيادة المحصول خطيًا، فإنها لم تؤثر جوهريًا على الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

وقد اقترح Rosen (١٩٩٠) زراعة الأصناف الأقل تعرضًا للإصابة كأفضل وسيلة لتجنب الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

التسمم بالبورون

برغم أن القنبيط من الخضروات التى تستجيب للتسميد بالبورون، إلاّ أن زيادته تؤدى إلى تسمم النباتات. يحمل البورون إلى الأوراق فى تيار ماء النتح حتى يصل إلى عروق الورقة، ومنها إلى المسافات بين العروق ليتجمع فى النهاية فى قمة وحواف الورقة، حيث يظهر تأثيره على صورة تحلل فى هذه الأنسجة. وقد وجد Francois (١٩٨٦) أن محصول القنبيط نقص بمقدار ١,٩٪ مع كل زيادة قدرها جزءًا واحدًا فى المليون من البورون فى المحلول المغذى، بالمقارنة بالمحصول عندما كان تركيز العنصر جزءًا واحدًا فى المليون.

عدم تكوين الأقراص

تنمو نباتات القنبيط أحيانًا بدون أن تتكون بها الأقراص، وهى الحالة التى تعرف فى الإنجليزية باسم "العمى" blindness، وهى من الظواهر الشائعة فى جميع الصليبيات، وقد وصلت نسبة الإصابة بها بالفعل – فى بعض الأحيان – إلى ٦٠٪ فى القنبيط، وإلى ٩٥٪ فى البروكولى. وتتميز النباتات التى تظهر بها هذه الحالة بأوراقها الكبيرة السميكة الجلدية، ولونها الأخضر القاتم، وقد تنمو أحيانًا براعمها الجانبية.

وتحدث هذه الظاهرة عند تلف البرعم الطرفى للنبات فى أى مرحلة من النمو السابق لتكوين الأقراص؛ فقد يتلف البرعم عند تداول الشتلات أثناء الشتل، أو نتيجة لأكل الحشرات أو القارضيات.

وقد تموت القمة النامية للنبات أحيانًا بسبب الأضرار التى تحدثـها بعـض المبيـدات فى الحرارة العالية التى تزيد على ٣٢°م، إذا تصادف وكـان استعمالها خـلال المراحـل الأولية لتكوين القرص. ويعتقد بأن نقص الكالسيوم أو البورون – أو كلاهما معًا – خـلال المراحل الأولى لنمو البادرة يمكن أن يؤدى – كذلك – إلى موت القمة الناميـة. ويمكـن أن يزداد تأثير جميع العوامل السابقة عند ضعف النمو الجذرى، كما فى حـالات استعمال بعض مبيدات الحشائش، والجفاف، وانضغاط التربة.

كذلك ازدادت نسبة الإصابة بموت القمة النامية فى القنبيط عندما نميت النباتات فى حرارة تزيد بالكاد عن درجة التجمد لمدة ١٤ يومًا (Wurr وآخرون ١٩٩٦)

التخطيط الأبيض

تؤدى تغذية حشرة الذبابة البيضاء المسئولة عن الإصابة بالعيب الفسيولوجى "الأوراق الفضية" silver leaf فى الجنس *Cucurbita* (وهى *Bemisia argentifolii*) .. تـؤدى - كذلك – إلى إصابة سيقان وتفرعات القرص فى القنبيـط بعيـب فسـيولوجى آخـر يعـرف باسم "التخطيط الأبيض" White Streaking، حيـث تظـهر خطـوط بيضـاء متبادلـة مـع أخرى خضراء، أو تصبح أجزاء من ساق النبات بيضاء اللون (Brown & Costa ١٩٩٢) وجدير بالذكر أن حوريات هذه الحشرة تفرز عند تغذيتها سمومًا هى التـى تحـدث تلـك الأعراض (عن حسن ٢٠٠١)

التلون البنى أو العفن البنى

تظهر الحالة الفسيولوجية المعروفة باسم التلون البنى، أو العفن البنى Browning or Brown Rot عند نقص عنصر البورون، وذلك عند اقتراب النباتات من النضج.

تبدو الأعراض فى البداية على صورة مناطق مائية على سطح القرص، ثـم علـى سـاق النبات، وفى نخاع الساق وتفرعاتها فى القرص، ولا تلبث هذه المناطق أن يتغـير لونـها إلى اللون البنى الصدئ. ويصـاحب ذلـك ظـهور تجويـف فـى نخـاع السـاق، واكتسـاب الأقراص المصابة طعمًا مـرًا يتبـقى حتـى بعـد الطـهى. ومـن الأعـراض الأخـرى لنقـص البورون أن تصبح الأوراق الكبيرة سميكة، وسـهلة التقصـف، وملتفـة، كمـا تظـهر بقـع

صغيرة بنية اللون، متناثرة على الجانب العلوى للعرق الوسطى بالورقة. يتغير كذلك لون حواف الأوراق الكبيرة من الأخضر إلى الأخضر الشاحب، ثم إلى الأخضر المشوب بالصفرة، ثم إلى البرتقالى المائل إلى الأصفر. ويكون التغير فى اللون على شكل شريط عرضه ٢-٤ سم بامتداد حافة الورقة. وقد تموت الأوراق الصغيرة عندما يكون نقص العنصر شديدًا.

ويعالج نقص البورون بالتسميد بنحو ٥-٧ كجم من البوراكس للفدان فى الأراضى الحامضية، تزداد إلى ١٠ كجم للفدان فى الأراضى المتعادلة، والقلوية. ويضاف البوراكس مخلوطًا مع الأسمدة الأخرى.

هذا .. وقد يظهر تجوف بالساق فى حالات النمو السريع للنباتات. يتميز التجويف فى هذه الحالة بخلوه من التلون البنى، وأنه لا يصاحب بأى تغيرات غير مرغوبة فى القرص. وتعالج هذه الحالة بعدم الإفراط فى التسميد، مع تضييق مسافة الزراعة (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

الساق المجوفة Hollow Stem

يؤدى التسميد الآزوتى الغزير مع توفر الرطوبة الأرضية إلى تجوف ساق القنبيط والكرنب، وقد تمتد هذه التجوفات نحو الخارج، فتبدو على صورة كهوف، ومن ثم كان الاسم cavitation، كما قد تمتد حتى قمة الرأس. وقد وجد أن نقص البورون يمكن أن يزيد من حدة هذه الحالة، ولكنه ليس شرطًا لحدوثها. وبينما يتغير لون هذه الكهوف مع مرور الوقت، فإن توفير البورون لا يقلل من هذا التغير اللونى.

تتكون الفجوات الطولية الداخلية فى نخاع الساق بسبب الانشقاق الذى يحدث فى هذا النسيج نتيجة لعدم التجانس فى نموه مع بقية الأنسجة النباتية، ويحدث ذلك فى حالات النمو السريع الفجائى بسبب الحرارة العالية أو التسميد الآزوتى الغزير أو زيادة مسافة الزراعة، مع توفر الرطوبة الأرضية. ويحفز نقص البورون ظهور هذه الحالة ولكنه ليس شرطًا لحدوثها.

وقد وجدت زيادة كبيرة فى حجم هذه التجوفات بزيادة مستوى التسميد الآزوتى، ما فتئت تلك الزيادة فى التسميد سببًا فى زيادة حجم النبات، فعندما توقفت الزيادة

فى النمو النباتى فى المستويات العالية جدًّا من النيتروجين، توقفت كذلك الزيادة فى حجم التجوفات. كذلك عندما أدى الرى إلى زيادة النمو النباتى، فإنه أدى كذلك إلى زيادة شدة الإصابة. أما البورون .. فلم تظهر أية علاقة بين تركيزه فى القرص أو فى الأوراق الحديثة وبين شدة الإصابة بالعيب الفسيولوجى (Scaife & Wurr ١٩٩٠).

التزرير

تحدث ظاهرة التزرير عند استعمال شتلات كبيرة الحجم فى الزراعة تكون قد أنتجت فى ظروف مناسبة للنمو فى البيوت المحمية (فى المناطق الباردة)، ثم شتلت فى جو بارد؛ فهذه الشتلات تكون قد أكملت فترة حداثتها فى المشتل، ويؤدى تعريضها للحرارة المنخفضة بعد الشتل مباشرة إلى سرعة اتجاهها نحو تكوين الأقراص وهى مازالت صغيرة، فتكوّن بالتالى أقراصًا صغيرة (Skapski & Oyer ١٩٦٤، و Wurr & Fellows ١٩٨٤).

ويعد العامل الرئيسى فى التزرير هو فشل النباتات فى إنتاج مساحة ورقية مناسبة قبل تكوين القرص تكفى لإمداده بالغذاء المجهز حتى يصل إلى حجم مناسب للتسويق. وتشير كثير من الدراسات على وجود علاقة طردية خطية بين عدد أوراق النبات عند الحصاد وحجم القرص.

كما تزداد حالة التزرير فى الظروف التى تحد من النمو الخضرى، مثل التعرض للصقيع، وأضرار الطيور، وانضغاط التربة، ونقص النيتروجين، وزيادة الملوحة، ونقص الرطوبة الأرضية. ويؤدى نقص عنصر الآزوت فى الحقل الدائم إلى ضعف النمو الخضرى، وزيادة حالة التزرير (Shoemaker ١٩٥٣).

كما تزداد الظاهرة فى الأصناف المبكرة، حيث يمكن أن تظهر فى نحو ٧٥٪ من المحصول، بينما تنتج الأصناف المتأخرة عددًا كبيرًا من الأوراق قبل أن تبدأ فى تكوين الرؤوس.

كذلك وجد أن صدمة الشتل فى النباتات الكبيرة تضعف النمو الورقى وتزيد من حالات التزرير، وذلك مقارنة بما يحدث للنباتات التى تنتج من زراعة شتلات بصلايا.

هذا ولا يكوّن النبات الذى يبدأ فى تكوين القرص أوراقًا جديدة؛ الأمر الذى يضع حدًّا أقصى على المساحة الورقية التى يمكن أن تدعم نمو القرص، خاصة وأن المنافسة بين نمو القرص والنمو الورقى تحد من ازدياد مساحة الأوراق التى يكون قد بدأ تكوينها قبل تكوين القرص (عن Wien & Wurr ١٩٩٧).

مما تقدم .. يبدو أن هذه الظاهرة تحدث عند تثبيط النمو الورقى للنبات بعد الشتل سواء أكانت الشتلات قد تهيأت لتكوين الأقراص قبل الشتل، أم لم تتهيأ. ويحدث هذا التثبيط للنمو الورقى عند تأخير الشتل؛ وذلك لأن شتل النباتات وهى كبيرة يجعلها تحتاج إلى فترة أطول لكى تتغلب على "صدمة الشتل" .. وهى فترة يحتاج إليها النبات بعد الشتل حتى يتمكن من تكوين جذورًا جديدة، ويتوقف خلالها نمو أوراق جديدة. ولا تظهر هذه الحالة بكثرة فى الأصناف التى تنتج عددًا كبيرًا من الأوراق قبل أن تبدأ فى تكوين الأقراص.

ويمكن القول – عمومًا – بأن النباتات التى تشتل، وبها أكثر من ١٤ ورقة، ويزيد وزنها الرطب عن ١١ جم (أو يزيد وزنها الجاف عن ١,١ جم) تزداد فيها ظاهرة التزرير.

ويمكن تجنب ظاهرة التزرير بمراعاة ما يلى:

١ – الحد من نمو الشتلات فى المشاتل بزيادة كثافة الزراعة، أو بتقليل الرى عنها ثم زراعتها بعد ذلك فى ظروف تقل فيها درجة الحرارة عن ٢١°م.

٢ – زراعة الشتلات التى أكملت مرحلة الحداثة – وهى فى المشتل – فى ظروف ترتفع فيها درجة الحرارة عن ٢١°م .. وهى حرارة لا تهيئ النباتات لتكوين الأقراص.

٣ – زيادة التسميد الآزوتى فى الحقل (Shoemaker ١٩٥٣، و Skapski & Oyer ١٩٦٤).

٤ – ينصح Wurr & Fellows (١٩٨٤) – فى حالة حتمية تأخر الشتل – بخزن الشتلات فى مخازن مبردة وعدم تركها فى المشتل، حتى لا يزيد نموها بدرجة كبيرة، وتعطى نسبة كبيرة من الأزرار.

الأقراص الصفراء

يرجع اصفرار الأقراص إلى تركها دون حصاد بعد اكتمال تكوينها.

الأقراص الخضراء

يرجع اخضرار الأقراص إلى تكوين الكلوروفيل فيها عند تعرضها لضوء الشمس.

الأقراص القرمزية

تختلف الأصناف فى مدى استعدادها لتكوين اللون القرمزى بأقراصها، الأمر الذى يحدث عند ترك الأقراص دون حصاد بعد اكتمال تكوينها، مع تعرضها لضوء الشمس.

الأقراص الوردية

يحدث التلون الوردى فى الفروع الداخلية بالقرص، ويرجع ذلك إلى تعرض النباتات لحرارة زائدة الانخفاض خلال فترة الحصاد وتختلف الأصناف فى مدى حساسيتها لتلك الظاهرة.

القرص المخملى أو المحبب

يشبه القرص المخملى أو المحبب فى مظهره الأرز المطبوخ، ولذا . تعرف هذه الحالة باسم riceyness، وفيها يبدو القرص ناعم الملمس ومخمليًا، بسبب استطالة بعض القمم النامية وتكوينها لبراعم زهرية صغيرة بيضاء اللون. تحدث هذه الحالة عند تعرض الرؤوس لحرارة عالية، وخاصة إذا تركت بدون حصاد بعد وصولها إلى مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك. وتتفاوت الأصناف فى مدى حساسيتها للإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

القرص الزغبى

يعتبر القرص الزغبى Fuzzy curd حالة متقدمة من القرص المحبب.

القرص المفكك أو المنفرج

يصبح قرص القنبيط مفككًا عند نمو تفرعات الساق المكونة للرأس، وهى صفة وراثية

تتأثر بارتفاع درجة الحرارة، وزيادة النضج. وليس من الضرورى أن يكون القرص المفكك محببًا، أو زغبيًّا.

وكلما زادت فترة بقاء رؤوس القنبيط فى الحقل دون حصاد – بعد وصولها إلى مرحلة التكوين المناسبة للحصاد – كلما كانت أسرع فقدًا لجودتها أثناء التداول والتسويق، فتكون أسرع ذبولاً، وتكون أقراصها أسرع تفككًا؛ مما يفقدها قيمتها التسويقية.

القرص المتورق

إذا تعرضت نباتات القنبيط لحرارة أعلى من الحرارة المثلى لتكوين الأقراص – بعد بداية تهيئتها للتكوين بفترة قصيرة – فإن القرص يكوّن قنابات حول تفرعاته، وقد تستطيل القنابات الجالسة المتكونة بالفعل، وتبرز من القرص على شكل تراكيب ورقية؛ مكونة ما يعرف باسم القرص المتورق leafy curd، وتتباين أصناف القنبيط فى شدة حساسيتها لتلك الحالة.

وقد أمكن دفع نباتات القنبيط صنف Aristokrat لتكوين القنابات بتعريضها لمدة ٣ أسابيع لحرارة ٢٥°م بداية من وقت وصول القمة الميرستيمية إلى قطر ٠,٥مم. كذلك أمكن دفع النباتات لتكوين القنابات برشها بالإثيفون.