الفصل الرابع والعشرون

فسيولوجيا صفات الجودة

برغم أن صفات الجودة من الأمور الرئيسية التى تحظى باهتمام المشتغلين بالتداول والتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد ، إلّا أن هذه الصفات تتأثر كثيرًا بظروف النمو النباتى السابقة للحصاد ، كما أنها تتأثر بمرحلة النمو والنضج التى يجرى عندها الحصاد ، وبالظروف التى تتعرض لها المنتجات بعد الحصاد . وسنتناول فى هذا الفصل فسيولوجيا صفات الجودة من حيث تأثير العوامل البيئية المختلفة عليها ، ولما لها من علاقة مباشرة بمراحل النمو النباتى . ويقودنا ذلك بالتالى إلى دراسة العيوب الفسيولوجية فى محاصيل الخضر .

٢٤ - ١ : اللون

يرجع اللون الذى يتميز به كل محصول من الخضر إلى صبغات خاصة تحفز شبكية العين على الإحساس باللون ، ويوجد منها نوعان : صبغات بلاستيدية ، وأخرى بالعصير الخلوى .

٢٤ - ١ - ١ : الصبغات البلاستيدية

توجد الصبغات البلاستيدية على أسطح البلاستيدات . وجميعها صبغات غير قابلة للذوبان فى الماء وتذوب فى الدهون ، وتوجد منها أربعة أنواع رئيسية هى كما يلى :

١ - الكلوروفيل Chlorophyll : وهو الصبغة الخضراء ، ويوجد منه كلوروفيل (أ) ،وكلوروفيل (ب) ويوجد عنصر المغنسيوم بكل منهما فى وسط الجزىء مع حلقة بيرول pyrrole ring بها نيتروجين نحو الخارج . ووظيفة الكلوروفيل هى اكتساب الطاقة الضوئية أثناء عملية البناء الضوئى .

٢ - الكاروتين Carotene .

٣ - الزانثوفيل Xanthophyll .

كلاهما صبغات صفراء ويوجد الكاروتين مصاحبًا للكلوروفيل ، وعليه .. فإنه يوجد فى الأنسجة الخضراء ، كما أنه يخزن فى جذور الجزر والأصناف الصفراء من البطاطا ، واللفت ، والروتاباجا ، وفى ثمار الطماطم .

٤ - الليكوبين Lycopene : هو أحد الصبغات التى توجد فى الأصناف الحمراء من الطماطم والبطيخ .

٢٤ - ١ - ٢ : الصبغات التى توجد بالعصير الخلوى

تعرف الصبغات التى توجد فى العصير الخلوى باسم الصبغات الفلافونية flavonoides ، وهى قابلة للذوبان فى الماء ، ويوجد منها نوعان رئيسيان هما :

١ - الأنثوسيانينات Anthocyanins : وهى الصبغات المسئولة عن اللون الأحمر والأزرق والقرمزى فى العديد من الأزهار والثمار والجذور ، مثل البنجر .

٢ - الأنثوزانثينات Anthoxanthins : وهى الصبغات المسئولة عن اللون الأصفر والعاجى .

هذا .. وكل من الأنثوسيانينات ، والأنثوزانثينات معقدة التركيب ، ويدخل السكر فى تركيبها (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

٢٤ - ٢ : النكهة

تعرف النكهة Flavor بأنها الإحساس بالمذاق Taste . والرائحة Odour ، بالإضافة إلى الإحساس بالملمس Touch ، والألم Pain ، والبرودة والدفء ، وهى العوامل التى تضيف قليلًا إلى الإحساس بالمذاق . ويتحدد الإحساس بالمذاق بواسطة اللسان ، أما الإحساس بالرائحة ، فيكون بواسطة الأنف .

ويوجد من أنواع المذاق الحلو ، والحامضى ، والمر . وجميعها - عدا المرارة - يمكن قياسها بسهولة . أما المرارة ، فإنها تقاس نسبة إلى تركيز معروف من مادة مرة ، مثل : كبريتات الكينونين quinine sulphate .

هذا .. ويمكن للإنسان أن يميز أكثر من ١٠٠٠٠ رائحة مختلفة . كما يمكن للإنسان أن يتعرف على بعضها وهى بتركيزات منخفضة جدًّا تصل إلى $١٠^{-٩}$ ملليجرام ، مثل : مركب الإيثايل مركبتان ethyl mercaptan (Arthey ١٩٧٥) .

٢٤ - ٢ - ١ : المركبات المتطايرة المسئولة عن الرائحة المميزة للخضر

تتحدد الرائحة المميزة لكل محصول من الخضر بمحتوياته من المركبات المتطايرة Volatile Substances . وبرغم أنه قد أمكن عزل عدد كبير من المركبات المتطايرة من مختلف محاصيل الخضر ، إلّا أن معظمها لا علاقة له ، أو لا تؤثر كثيرًا على الرائحة المميزة للمحصول . ويتحدد مدى أهمية المركب بكل من تركيزه وقوة رائحته potency . ويقدر التركيز بأجهزة الكروماتوجرافى الغازية Gas Chromatography ، أما القوة ، فتقدر باختبارات التذوق . هذا .. وتوجد معظم المركبات المتطايرة بتركيز يقل عن جزء واحد فى المليون . ويُبيّن جدول (٢٤ - ١) أمثلة للمركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة المميزة فى بعض محاصيل الخضر .

وقد توجد المركبات المتطايرة فى الأنسجة السليمة بصورة طبيعية ، أو قد تتكون إنزيميًّا بعد حدوث جرح أو تهتك للأنسجة ، أو قد تتكون بعد حدوث تغير فى التركيب الكيميائى لبعض

المركبات الأخرى بفعل الحرارة . ويتكون المركب الواحد بأى من الطرق السابقة ، وقد يتكون بأكثر من طريقة . وأيًّا كانت المركبات المتطايرة المتكونة ، فإنه لا يهم منها سوى تلك المسئولة عن النكهة المميزة للخضر .

جدول (٢٤ ـ ١) : أمثلة للمركبات المسئولة عن النكهة المميزة فى بعض محاصيل الخضر (عن Wills وآخرين ١٩٨١) .

المحصول	المركبات المسئولة عن النكهة المميزة
الخيار	2,6- Nonadienal
الكرنب	Allyl isothiocyanate
عيش الغراب	1-Octen-3- ol , lenthionine
البطاطس	2- Methoxy-3-ethyl pyrazine, 2,5-dimethyl pyrazine
الفجل	4- Methylthio-trans-3- butenyl isothiocyanate
البصل	مركبات الـ Sulfides
الكرفس	مركبات الـ Phthallides

تمثيل المركبات المتطايرة

١ – المركبات المتطايرة التى توجد بصورة طبيعية فى الأنسجة السليمة : تنشأ هذه المركبات من خلال ثلاثة طرق بنائية على الأقل هى :

(أ) الـ Isopernoid pathway : يؤدى هذا الطريق إلى إنتاج مركبات الـ terpenoids . وقد أمكن عزل التربنيات terpenes فى عدد من الخضروات ، ومثال ذلك ما يلى :

الخضر	التربنيات terpenes التى أمكن عزلها
الفاصوليا الخضراء	pulegone, linalool ∝-terpineol, ∝-phellandrene
الطماطم	citronellal, neral, nerol, geranial, geraniol, B- pinene, linalool
الكرفس	neral, citronellal, carvone, d- limonene, myrcene

(ب) الـ Shikinic Acid pathway : ويؤدى هذا الطريق إلى إنتاج المركبات الأروماتية Aromatic ، والتى من أمثلتها فى محاصيل الخضر ما يلى :

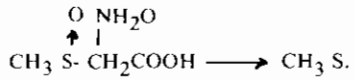
Benzyl alchol, benzaldehyde, phenylacetaldehyde, phenethyl alchol.

(جـ) الـ β- oxidation : ويؤدى هذا الطريق إلى إنتاج الكثير من الكحولات البسيطة والألدهيدات .

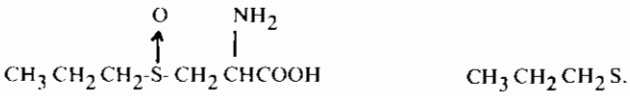
٢ – المركبات المتطايرة التى تنتج إنزيميًّا .

يوجد العديد من الأدلة على أن الكثير من المركبات المتطايرة ذات العلاقة بالنكهة المميزة للخضر تتكون إنزيميًّا بعد حدوث جرح أو تهتك للأنسجة ، ومثال ذلك ما يلى :

(أ) فى البصل تتكون مركبات : ميثيل دايسلفيد ، وبروبيل دايسلفيد من التحطم الإنزيمى لمركبات أخرى كالتالى :



S- methyl - L - cysteine sulfoxide — methyl disulfide



S- n- propyl- L - cysteine sulfoxide — propyl disulfide

methyl disulfide + propyl disulfide — methylpropyl disulfide

(ب) يمكن أن تنشأ المركبات الأروماتية المتطايرة من تحلل الأحماض الأمينية الأروماتية ، ومثال ذلك ما يلى :

(١) ينتج الـ phenylaetaldehyde من الـ phenylalanine

(٢) ينتج الـ 3- methyl butanal من الـ leucine .

(جـ) تنتج العديد من المركبات المتطايرة من الأكسدة الإنزيمية للأحماض الدهنية ذات السلاسل الطويلة ، ومن أمثلة ذلك ما يلى :

الحامض الدهنى	المركبات التى تنتج منه
Oleic	Propanal, pentanal, Hexanal, Heptanal, Nonanal, 2- Octenal, 2- Nonenal, 2- Decenal.
Linoleic	Acetaldehyde, Popanal, Pentanal, Hexanal, 2- Propenal, 2- Pentenal, 2- Hexenal, 2- Heptenal, 2- Octanal, 2- Nonenal, 2- Decenal, Non- 2, 4- dienal, Dec- 2,4-dienal, Undec- 2,4- dienal, Oct-1- en-3-ol.
Linolenic	Acetaldehyde, Propanal, Butanal, 2- Butenal, 2- Pentenal, 2- Hexenal, 2- Heptenal, 2- Nonenal, Hex-1,6- dienal, Hept-2,4- dienal, Non-2,4-dienal, Methyl ethyl ketone.

(د) من المعتقد أن الخيار تتكون به بعض المركبات المتطايرة بعد حدوث تهتك لأنسجة الثمرة ، ومن أمثلة هذه المركبات ما يلى :

Hex-2enal non-2-enal non-2,6- dienal

وهى التى يعتقد أنها تنشأ من التحطم الإنزيمى لحامض الـ linolenic .

(هـ) يبدو أن العديد من المركبات المتطايرة تتكون فى الطماطم من أكسدة الـ carotene polyenes ومن أمثلة هذه المركبات ما يلى :

6- methylhept- 5- en- 2- one, neral, geranial, ∝- ionone, β- ionone, geranylacetone, farnesal, farnesylacetone.

٣ – المركبات المتطايرة التى تتكون بفعل الحرارة : من أمثلة ذلك ما يلى :

(أ) تنتج مركبات متطايرة أثناء إعداد وطهى الخضر بفعل حرارة الطهى . ولهذه المركبات أهمية فى إكساب الخضر نكهتها المميزة . ومن أمثلة ذلك ما يلى :

(١) ينتج فى الطماطم المعلبة المركبان :

methyl sulfide وhydrogen sulfide وهما ينتجان من المركب S- methyl methionine sulfonium

(٢) ينتج فى الفاصوليا المعلبة المركبات التالية :

furfural, fnfurol, 5- methyl furfural, 2- methoxy furfural, 2- methyltetrahydrofuran

(ب) تنتج العديد من المركبات عند تسخين المركبات الكربوهيدراتية ، ومن أمثلة ذلك المركبات التالية :

Formaldehyde	Furan
acetaldehyde	2- methylfuran
Glycolaldehyde	2,5- dimethyl furan
Glyoxal	Furfurol
Lactic aldehyde	Furfural
Acrelein	5- methyl furfural
5- hydroxymethyl furfural	Pyruvaldehyde
Acetone	2- furylmethyl ketone
Acetol	2- furylhydroxymethyl ketone
Dihydroxyacetone	Isomaltol
1-Methylcyclopentenol (2)-one- (3)	4- hydroxy-2,5- dimethyl-3 (2H)- furanone
Hydroxydiacetyl	Maltol
Diacetyl	Acetoin

(جـ) تتكون الألدهيدات عند تسخين المواد الكربوهيدراتية مع الـ ∝- amino acids (Stevens ١٩٧٠) .

٢٤ - ٢ - ٢ : تأثير العوامل البيئية على النكهة المميزة للخضر

تتأثر النكهة المميزة لمحاصيل الخضر بالممارسات الزراعية ، وبالظروف البيئية السائدة أثناء الإنتاج .

١ - تأثير درجة الحرارة :

ترتفع نسبة السكر فى درجات الحرارة المنخفضة ، بينما تقل الحلاوة وتنخفض نسبة السكر عند ارتفاع درجة الحرارة فى العديد من الخضروات ، سواء أكان التعرض لدرجة الحرارة قبل أم بعد الحصاد ، كما فى البطاطس ، والبسلة ، والذرة السكرية . ويرجع ذلك إلى أن السكر يدخل فى عدة تفاعلات فى النبات منها ما يلى :

(أ) التحول الإنزيمى للسكر إلى نشا .

(ب) التحول الإنزيمى للنشا إلى سكر .

(جـ) احتراق السكر أثناء التنفس وإنتاج ثانى أكسيد الكربون ، وماء ، وطاقة .

ففى درجات الحرارة المرتفعة يزداد معدل التفاعلات الثلاثة ، لكن الزيادة فى التفاعل الثالث تكون أكبر ، وبذلك يظل مستوى السكر منخفضًا . وفى درجات الحرارة المنخفضة يقل معدل التفاعلات الثلاثة ، لكن الانخفاض يكون أكبر فى التفاعلين الأول والثالث ، ولا يتأثر التفاعل الثانى بنفس القدر . ويؤدى ذلك إلى زيادة نسبة السكر فى النبات (Edmond وآخرون ١٩٧٥) .

٢ - تأثير الرطوبة الأرضية :

يؤدى الجفاف ونقص الرطوبة الأرضية إلى تحسن واضح فى الطعم المميز للخضروات . وقد ثبت ذلك تجريبيًّا فى كل من الجزر ، والكرنب ، والكرسون المائى ، والبصل ، ولوحظ فى العديد من الخضر الأخرى ، كالبطيخ ، والشمام ، والطماطم . ولوحظ كذلك أن نقص الرطوبة الأرضية يؤدى إلى ظهور طعم مر فى كرنب بروكسل .

٣ - تأثير التسميد :

تؤدى زيادة التسميد الآزوتى إلى ضعف الطعم المميز فى كل من الشليك ، والطماطم ، والخيار ، والفلفل ، وإلى ظهور طعم ورائحة قوية بدرجة غير مرغوبة فى الصليبيات . هذا .. بينما يتحسن الطعم غالبًا عند الاهتمام بالتسميد البوتاسى . وفى البطاطا يتحسن الطعم مع الاهتمام بتوفير البورون للنبات (Arthey ١٩٧٥) . وللمزيد من التفاصيل عن تأثير التسميد على صفات الجودة فى محاصيل الخضر (يراجع Minotti ١٩٧٥) .

٢٤ - ٣ : القوام

يعد القوام Texture من صفات الجودة التى يصعب تعريفها أو قياسها . ولبيان ذلك نقدم فيما يلى قائمة بالاصطلاحات التى تستخدم فى وصف القوام :

١ – اصطلاحات وصفية : وهى ذات مدلولات وصفية لا يمكن قياسها بدقة ، مثل :

Hardness	Gumminess	Flakiness
Brittleness	Fibrousness	Fleshiness
Flabbiness	Mealiness	Firmness
Ripeness	Blandness	Lumpiness
Toughness	Smoothness	Oilness
Tenderness	Chewiness	Grittiness
Springiness	Juiciness	Crustiness
Stickness	Crispness	Shortness

٢ – اصطلاحات كمية : وهى لمواصفات يمكن قياسها بدقة مثل :

Elasticity	Plasticity	Viscosity

ويتحدد القوام بمكونات الخضر من الجدر الخلوية ، والعصير الخلوى ، وخلافه ، وتركيب هذه المكونات وتركيزها . ونظرًا لأن هذه المكونات تكون فى تغير مستمر قبل وبعد الحصاد ، لذا نجد أن القوام يكون هو الآخر فى تغير ديناميكي مستمر . هذا .. ويجب اختيار الاصطلاحات المناسبة لوصف القوام المميز لكل محصول . وسنأخذ البطاطس كمثال للخضر التى درس فيها القوام بشيء من التفصيل .

يقدر قوام البطاطس بدرجة نشويتها (القوام الدقيقى من الدقيق) mealiness ودرجة شمعيتها waxiness . وقد أوضحت العديد من الدراسات أن لنسبة النشا علاقة بالقوام . فمن المعتقد أنه يحدث ضغط داخلى بخلايا الدرنة عند تسخينها يتسبب فى إحداث (سيولة) gelation للنشا . ومن المعتقد كذلك أن هذا الضغط الداخلى يرتبط بنسبة النشا فى الدرنات . وبأنه يؤدى إلى تمزق الجدر الخلوية وانفصال الخلايا أحيانًا . وبرغم أن محتوى النشا يعتبر عاملًا هامًا ، إلّا أنه ليس بالعامل الوحيد المؤثر على قوام البطاطس ، فكل المكونات المبنية فى جدول (٢٤ – ٢) تؤثر على درجة النشوية (Hoff ١٩٧٣) .

٢٤ – ٣ – ١ : الأجهزة المستخدمة فى تقدير القوام

نظراً لتعدد الصفات الدالة على القوام ، لذا فإننا نجد أن نوعيات الأجهزة المستعملة فى قياس هذه الصفة تتعدد هى الأخرى ، ومن أمثلتها ما يلى :

١ – الـ Tendrometer : يستخدم بصفة خاصة فى البسلة الخضراء . ويوجد ارتباط قوى بين قراءة الجهاز ونسبة المواد الصلبة غير القابلة للذوبان فى الكحول (AIS) فى البسلة .

٢ – Magness-Taylor Pressure Tester وغيره من أنواع الـ Pressure Testers ؛ وجميعها تعتمد على نفس المبدأ ، وهو حساب القوة اللازمة لدفع ذراع ذات مساحة مقطع معينة داخل ثمرة الخضر .

جدول (٢٤ - ٢) : العوامل المؤثرة على قوام البطاطس

المكونات المؤثرة على القوام	التأثير على القوام النشوى أو الدقيقى بالزيادة (+) أو بالنقصان (-)
النشا	+
الكالسيوم	-
الأحماض العضوية (الستريك)	+
حجم الخلية	+
عمر الدرنة (مدة التخزين)	-
نسبة الأمليوز إلى الأميلوبكتين	-
البكتين	- (تأثيره مؤقت)
Pectin Free carboxyl	- (تأثيره مؤقت)
Pectin methylesterase	- (تأثيره مؤقت)
البوتاسيوم	- (تأثيره مؤقت)
المغنيسيوم	- (تأثيره مؤقت)
الثبات الحرارى للأغشية الخلوية	+ (تأثيره مؤقت)

٣ - الـ Fibrometer

٤ - الـ Fiber Pressure Tester

٥ - الـ Texturemeter

٦ - الـ Succulometer

٧ - الـ Firm-o-meter

٨ - الـ Texture Tester

٢٤ - ٤ : الأضرار والعيوب الفسيولوجية فى محاصيل الخضر

يقصد بالأضرار والعيوب الفسيولوجية Physiological Disorders تلك النموات غير الطبيعية والظواهر المرضية التى تحدث فى محاصيل الخضر ، والتى ترجع إلى تغيرات غير مرغوبة فى العوامل البيئية . وتحط هذه الأضرار والعيوب من نوعية الخضر ، وقد تفقدها قيمتها الاقتصادية . ويعتبر النقص - وأحيانًا الزيادة غير المرغوبة - فى العناصر الغذائية من أهم العوامل المسببة للعيوب الفسيولوجية (Maynard ١٩٧٩) . كما أن للتغيرات فى درجة الحرارة بالارتفاع أو بالانخفاض أهمية كبيرة فى هذا الشأن . ولا يخفى ما لشدة الإضاءة والرطوبة الأرضية والجوية من تأثير بالغ فى ظهور بعض العيوب الفسيولوجية .

وقد سبق أن تناولنا بالشرح تأثير المركبات التى تلوث الهواء الجوى Air Pollutants على محاصيل الخضر (الفصل العاشر) . وتعد الأضرار التى تحدثها هذه المركبات بمحاصيل الخضر من العيوب الفسيولوجية ، كما أن الأضرار التى تحدثها المبيدات المختلفة - خاصة مبيدات الحشائش - يمكن أن تعد هى الأخرى من العيوب الفسيولوجية .

كما سبق أن بيّنا أيضًا تأثير زيادة شدة الإضاءة على الإصابة بلفحة الشمس (الجزء ٧ – ٤ – ١) وهو عيب فسيولوجى شائع الانتشار فى العديد من محاصيل الخضر تحت ظروف الجو الحار والإضاءة القوية .

ويقابل ذلك عيب فسيولوجى آخر ينتشر فى الجو البارد الرطب يسمى بالإديما Edema . وتظهر الإديما على الطماطم ، والكرنب ، والقنبيط ، وكرنب بروكسل ، والبطاطس ، والبطاطا ، والقاوون ، والفاصوليا فى المناطق المعتدلة والباردة ، لكنها لا تكون بحالة خطيرة إلّا فى الزراعات المحمية فى بعض الأحيان . والإديما عبارة عن نمو بارز صغير يظهر على أى جزء من النبات ، وبخاصة على السطح السفلى للأوراق ، وتقابلها على السطح العلوى انخفاضات واضحة . وقد يلتحم العديد من البروزات معًا مكوناً منطقة بارزة على السطح السفلى للورقة . وبعد فترة وجيزة تتمزق هذه الانتفاخات تحت ضغط البروزات ، ثم تتحول هذه الأنسجة إلى اللون الأصفر فالبنى ، وتصبح فلينية .

وتتكون الإديما عند التعرض لأى عامل يدفع مجموعات من خلايا الأنسجة الداخلية إلى النمو بمعدلات عالية غير طبيعية . ففى الأراضى الرملية تظهر الإديما عندما يقذف السطح السفلى للأوراق بحبيبات الرمال التى تنقلها الرياح ، لكن تظهر الإديما فى أغلب الحالات عندما تكون التربة رطبة ودافئة مع انخفاض درجة حرارة الهواء ، أو عند تشبع الهواء بالرطوبة ، كما فى الليالى الباردة بعد عدة أيام دافئة رطبة . فتحت هذه الظروف تستمر الجذور فى امتصاص الماء بسرعة أكبر مما يفقد بالنتح .

ويمكن تجنب ظهور حالات الإديما بتنظيم الرى والتهوية فى الزراعات المحمية ، بحيث لا تظل التربة ، أو هواء البيت مشبعًا دائمًا بالرطوبة ، مع مراعاة أن تقترب حرارة التربة من حرارة الهواء ليلًا ، وأن تكون الإضاءة جيدة نهارًا (Chupp & Sherf ١٩٦٠) .

هذا . ويمكن إرجاع العديد من العيوب الفسيولوجية إلى أكثر من مسبب واحد . ولذا نجد أن من الصعوبة تقسيمها حسب مسبباتها الأولية . ونذكر فيما يلى بإيجاز أهم العيوب الفسيولوجية الشائعة الانتشار فى محاصيل الخضر الرئيسية مع بيان مسبباتها المختلفة .

١ – الطماطم : تصاب الطماطم بالعديد من العيوب الفسيولوجية التى من أهمها ما يلى :

(أ) تعفن الطرف الزهرى Blossom end rot :

تظهر الإصابة فى الطرف الزهرى للثمرة على شكل بقعة مستديرة جلدية جافة لونها رمادى يميل إلى السواد . وتكون هذه المنطقة ضعيفة ، وتشكل منفذًا سهلًا للكائنات الدقيقة التى يمكن أن تصيب الثمرة بالعفن . وتظهر الإصابة عند حدوث نقص حاد فى الرطوبة الأرضية ، خاصة بعد فترة من توفر الرطوبة بانتظام . ويساعد أيضًا على ظهور الإصابة نقص امتصاص النبات لعنصر الكالسيوم ، وهو الأمر الذى قد يحدث عند نقص الكالسيوم الميسر فى التربة ، أو عند زيادة التسميد البوتاسى أو النشادرى . وتعتبر الأصناف ذات الثمار الطويلة أكثر حساسية للإصابة بهذا العيب الفسيولوجى .

(ب) تشقق الثمار fruit Cracking :

توجد منه ثلاثة أنواع : تشقق دائرى Concentric Cracking ويمتد فى دوائر كاملة أو متقطعة غالبًا على كتف الثمرة حول العنق ، والتشقق العمودى Radial Cracking ويمتد عموديًا من عنق الثمرة نحو الطرف الزهرى ، لكنه نادرًا ما يتعدى منتصف الثمرة ، والتفلق Bursting وهو يحدث فى أى مكان بالثمرة وبأى شكل . ويظهر التشقق الدائرى فى الثمار الخضراء ، ويكون سطحيًا ، بينما يظهر التشقق العمودى غالبًا فى الثمار الحمراء ، ويكون عميقًا ، وقد لا يلتئم ويشكل منفذًا لإصابة الثمرة بالكائنات المسببة للعفن ، ويُعد أكثر خطورة من التشقق الدائرى . أما التفلق ، فإنه يظهر غالبًا فى الثمار الحمراء الناضجة ، ويكون عميقًا ، وقد لا يلتئم . وتحدث الإصابة عند زيادة الرطوبة الأرضية فجأة بعد فترة من الجفاف . كما تحدث الإصابة بالتفلق فى الثمار الحمراء الناضجة عند رى الحقل قبل الحصاد .

(جـ) الجيوب Puffiness :

تظهر الجيوب على شكل فراغات بمساكن الثمار ، فلا تمتلىء بالمشيمة . وتخلو هذه الثمار من المادة الجيلاتينية التى توجد حول البذور ، كما تقل فيها البذور ، وتكون مضلعة من الخارج . وتحدث الإصابة فى الظروف التى لا تسمح بالتلقيح الجيد كما فى الجو البارد أو عند دفع الثمار للعقد برش العناقيد الزهرية بمنظمات النمو .

(د) النضج المتبقع (غير المنتظم أو المتلطخ) Blotchy Ripening :

يظهر النضج المتبقع على شكل تبقعات صفراء اللون بالثمار الحمراء الناضجة مع ظهور أنسجة بيضاء أو صفراء أو رمادية بالثمرة مقابل المساحات الصفراء على السطح . وتحدث الإصابة عند نقص عنصر البوتاسيوم ، كما تؤدى الإصابة بفيرس تبرقش الدخان إلى ظهور أعراض مماثلة .

(هـ) وجه القط Cat Face :

يظهر وجه القط على شكل تشوهات فى الطرف الزهرى للثمرة ، فيكون النمو غير منتظم ، وتبدو بعض الأنسجة كأنها تمتد من داخل الثمرة نحو الخارج ، وتكون هذه الثمار قليلة البذور . وتكثر هذه الحالة عند العقد فى الجو البارد ، خاصة فى الأصناف ذات الثمار الكثيرة التفصيص بحيث تحدث الإصابة فى الظروف التى لا تسمح بالتلقيح الجيد .

٢ – البطاطس : تصاب البطاطس هى الأخرى بالعديد من العيوب الفسيولوجية التى من أهمها ما يلى :

(أ) القلب الأسود Black Heart :

يظهر نسيج أسود متحلل فى مركز الدرنة المصابة . وتكثر هذه الحالة فى الدرنات الكبيرة الحجم عندما تتعرض لنقص الأكسجين فى المخازن ، ولذلك تشتد الإصابة فى الحالات التى لا يعتنى فيها بتهوية المخازن ، أو عند ارتفاع درجة حرارة التخزين ، حيث يستنفذ الأكسجين فى التنفس ، وتموت الأنسجة الداخلية للدرنة لعدم حصولها على حاجتها من الأكسجين .

(ب) القلب الأجوف Hollow Heart :

يظهر القلب الأجوف على شكل تجويف فى مركز الدرنات الكبيرة الحجم ، ويحدث فى الظروف التى تشجع على النمو السريع للدرنات (الزراعة على مسافات واسعة ، وفى الظروف البيئية الجيدة مع الرى المنتظم والتسميد الجيد) ، حيث تنمو الأنسجة الخارجية للدرنة بسرعة أكبر من مقدرة الأنسجة الداخلية على النمو لملء مركز الدرنة .

(جـ) التريبش Feathering :

يظهر التريبش فى صورة تسلخ بجلد الدرنة ، وسريعًا ما تتحول التسلخات إلى اللون الرمادى فالأسود . يحدث التريبش عند حصاد الدرنات وهى غير مكتملة النضج ، ثم تعرضها بعد الحصاد مباشرة لجو حار مع أشعة شمس قوية . وتزيد الإصابة عند تعرض الدرنات للتجريح بعد الحصاد مباشرة بسبب سوء عمليات التداول .

(د) الاخضرار Greening :

الاخضرار هو تلون جلد الدرنة بلون أخضر يتراوح فى شدته من اللون الأبيض المخضر قليلًا إلى اللون الأخضر الواضح ، ويتراوح سمك الطبقة الخضراء من ٢ ملليمتر أو أقل تحت جلد الدرنة إلى عدة سنتيمترات حتى مركز الدرنة . ويرجع اللون إلى صبغة الكلوروفيل التى تتكون عند تعرض الدرنات للضوء ، والتى يتوقف تركيزها على مدة التعرض للضوء وشدة الإضاءة . هذا .. ويصاحب ظهور اللون الأخضر تكون مادة السولانين السامة فى نفس الأنسجة المصابة بالاخضرار .

(هـ) النمو الثانوى Secondary Growth :

تبدو الدرنات ذات النمو الثانوى مشوهة وغير منتظمة الشكل بظهور بروز فى أماكن بعض العيون بالدرنة . وتشكل هذه البروز نموًّا غير مكتمل للبراعم التى توجد بهذه العيون . وتحدث هذه الحالة عند تعرض الدرنات قبل الحصاد لفترة من الجفاف ، تليها فترة تتوفر فيها الرطوبة الأرضية ، مع ارتفاع كبير فى درجة الحرارة ، حيث تؤدى هذه الظروف إلى إنهاء حالة السكون فى الدرنات الحديثة التكوين ، وتبدأ براعمها فى النمو .

٣ – القنبيط : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالقنبيط ما يلى :

(أ) تلون القرص باللون البنى Browning :

تتلون أنسجة القرص باللون البنى نتيجة لنقص عنصر البورون . ويظهر أيضًا تجويف داخلى بالساق تتلون جوانبه كذلك باللون البنى .

(ب) طرف السوط Whlptail :

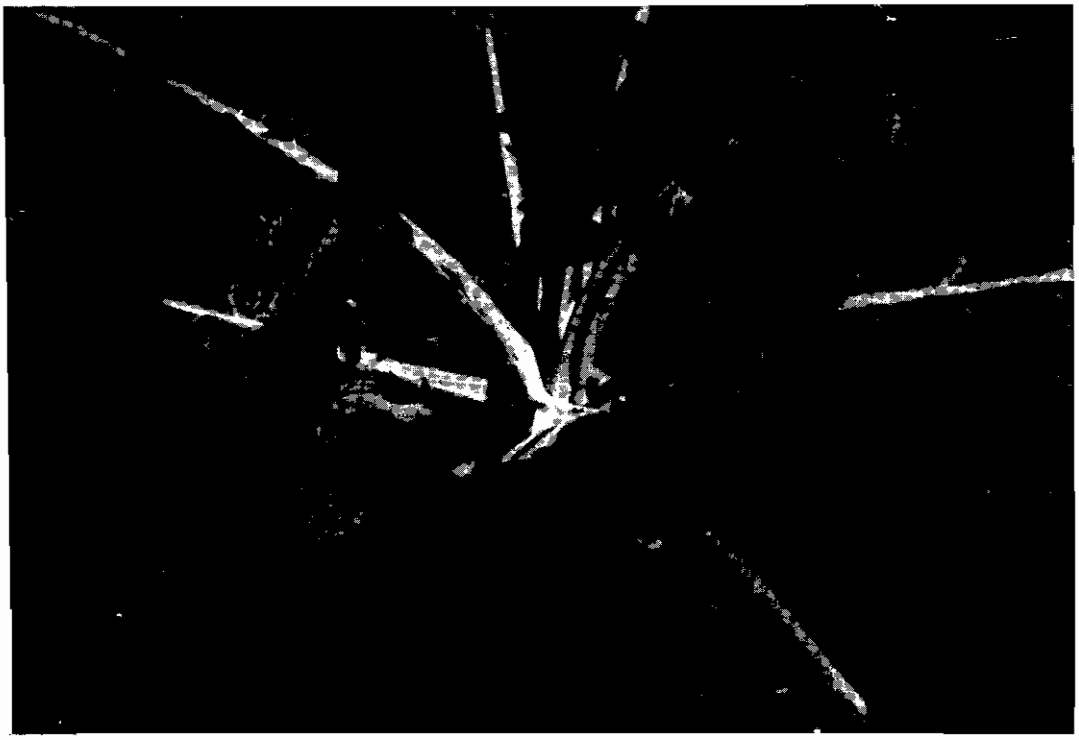
يتشوه نصل الورقة ويبدو متآكلًا ورفيعًا . وفى الحالات الشديدة لا يظهر سوى العرق الأوسط للورقة ، ويحدث نتيجة لنقص عنصر الموليبدنم .

(جـ) التزرير Buttoning :

تتكون أقراص صغيرة لا تصلح للتسويق . وتحدث هذه الحالة عند بقاء الشتلات فى المشتل لمدة أطول مما يلزم ، وعند تعرض النباتات فى الحقل لنقص الرطوبة الأرضية والأزوت .

(د) غياب القمة النامية Blindness :

يؤدى موت القمة النامية للنبات بفعل سوء تداول الشتلات ، أو الشتل بطريقة غير سليمة ، أو نتيجة أكل الحشرات لها إلى عدم نمو القرص ، وتكون الأوراق كبيرة ، ومجعدة ، وسميكة ، وجلدية ، وبلون أخضر داكن . وقد تصل نسبة هذه النباتات إلى نحو ١٠٪ من مجموع النباتات فى الحقل عند اشتداد الإصابات الحشرية فى المشتل . ويطلق على النباتات التى تظهر عليها هذه الحالة اسم نباتات « دكر » (شكل ٢٤ – ١) .



شكل ٢٤ – ١ : غياب القمة النامية ، وعدم تكون القرص curd فى القنيط .

(هـ) تفكك القرص :

يصبح القرص مفككًا غير مندمج . ويحدث ذلك عند تركه دون حصاد بعد وصوله إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد .

(و) تلون القرص باللون الأصفر : يحدث ذلك عند تعرض القرص لضوء الشمس المباشر .

(ز) القرص الزغبى والقرص المتورق

تظهر نموات زغبية فى القمم الميرستيمية للقرص ، كما تنمو به الأوراق عند تركه دون حصاد مع ارتفاع درجة الحرارة .

٤ – الفجل : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالفجل ما يلى :

حالة « التخويخ » أو الجذر الإسفنجى Pithiness :

تصبح الأنسجة الداخلية للجذر إسفنجية ، وقد تظهر فجوة بمركز الجذر . ويحدث ذلك عند ارتفاع درجة الحرارة ، مع ترك الجذر دون حصاد ، خاصة فى الأصناف ذات الجذور الكروية .

٥ – الثوم : من العيوب الفسيولوجية التى تظهر فى الثوم ما يلى :

(أ) التفريغ : يضمر الفص بشدة ، وتصبح رأس الثوم فارغة . ويحدث ذلك عند زيادة فترة التخزين فى المخازن العادية غير المبردة .

(ب) الإنهيار الشمعى Waxy Breakdown :

يظهر هذا العيب الفسيولوجى أثناء التخزين عندما تكون النباتات قد سبق تعرضها لدرجة حرارة مرتفعة أثناء النمو وتظهر بالفصوص مناطق غائرة قليلًا لونها أصفر فاتح ، ثم لا يلبث أن يتحول الفص كله إلى اللون العنبرى ، ويصبح شمعى المظهر ، لكنه يظل صلبًا .

٦ – القرعيات : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالقرعيات ما يلى :

(أ) تعفن الطرف الزهرى فى البطيخ :

تبدو منطقة الطرف الزهرى للثمرة سوداء اللون ، ذابلة ، وجلدية الملمس . ويحدث المرض عند تعرض النباتات فى الحقل لظروف الجفاف والتقلبات الشديدة فى الرطوبة الأرضية . ولا يظهر المرض إلّا فى الأصناف ذات الثمار المستطيلة .

(ب) عدم انتظام شكل الثمار :

يظهر هذا العيب الفسيولوجى فى ثمار القرعيات ، ويرجع إلى سوء العقد والظروف التى لا تساعد على التلقيح الجيد ؛ مثل : الارتفاع أو الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة أثناء العقد .

٧ – الخس : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالخس ما يلى :

(أ) احتراق حواف الأوراق Tipburn :

تحترق حواف الأوراق الداخلية برأس الخس . ويحدث ذلك فى الظروف التى تشجع على النمو السريع ، حيث لا تحصل الأوراق الداخلية على كامل حاجتها من الكالسيوم . ولا يظهر المرض إلّا فى الأصناف التى تكون رؤوسًا ، حيث لا تنتح الأوراق الداخلية ، وبالتالى لا تصلها كفايتها من الكالسيوم الذى ينتقل فى النبات مع تيار ماء النتح .

(ب) تلون العرق الوسطى باللون البنى : يحدث ذلك عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء النمو .

(جـ) التبقع الصدىء Russet spotting : تظهر بقع صغيرة برونزية أو بنية أو زيتونية اللون بالأوراق والعروق . وتحدث الإصابة بعد الحصاد بسبب التعرض لغاز الإيثيلين فى المخازن . وتزداد حساسية الخس للإصابة إذا تعرض قبل الحصاد لدرجة حرارة ٣٠°م لمدة ٢ – ١٠ أيام .

٨ – الجزر : يصاب الجزر بعدد من العيوب الفسيولوجية التى من أهمها ما يلى :

(أ) التفرع : يتفرع الجزر بسبب موت القمة النامية . ويحدث ذلك فى حالة التسميد الغزير بالأسمدة الحيوانية الطازجة التى تحتوى على تركيزات مرتفعة من اليوريا التى تؤدى إلى الإضرار بالقمة النامية .

(ب) اخضرار الأكتاف : يحدث ذلك عند تعرض أكتاف الجذور لضوء الشمس المباشر وهى فى الحقل .

(جـ) عدم انتظام شكل الجذر : يحدث ذلك عندما تعترض طريق نمو الجذور حصى أو صخور ، وعندما تكون الزراعة كثيفة ، وتلتوى بعض الجذور على بعضها البعض أثناء نموها .

٩ – الكرفس : من أهم العيوب الفسيولوجية التى يصاب بها الكرفس ما يلى :

(أ) احتراق حواف الأوراق : تحترق حواف الأوراق الداخلية للرأس عند عدم حصولها على حاجتها من عنصر الكالسيوم . ويحدث فى الظروف التى يحدث فيها المرض الفسيولوجى المماثل فى الخس .

(ب) تلون أعناق الأوراق باللون البنى : يحدث ذلك فى الجانب الداخلى لأعناق الأوراق فى صورة تشققات بنية اللون ، وكذلك فى مواضع البروز بالجانب الخارجى للأعناق ، ويرجع إلى نقص عنصر البورون .

١٠ – الهليون : من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر بالهليون ما يلى :

التريش Feathering : يظهر المرض فى صورة تفتح للقنابات bracts بالمهاميز spears عند ارتفاع درجة الحرارة (Thompson & Kelly ، ١٩٥٧ Ware & Macollum ، ١٩٨٠ Lorenz & Maynard ، ١٩٨٠) .

الأمراض الفسيولوجية التى يسببها نقص عنصر الكالسيوم

يعد الكالسيوم من أهم العناصر التى يؤدى نقصها إلى ظهور عيوب فسيولوجية عديدة فى محاصيل الخضر ، وقد سبقت الإشارة إلى بعضها . وفيما يلى قائمة كاملة بالعيوب الفسيولوجية التى يسببها نقص هذا العنصر فى محاصيل الخضر (عن Wills وآخرين ١٩٨١) :

المحصول	العيب الفسيولوجى
الفاصوليا	تحلل السويقة الجنينية السفلى Hypocotyl Necrosis
كرنب بروكسل	التلون البنى الداخلى Internal Browning

الكرنب	احتراق حواف الأوراق الداخلية Internal Tipburn
الكرنب الصينى	احتراق حواف الأوراق الداخلية
الجزر	الفراغات Cavity spot والتشقق Cracking
الكرفس	القلب الأسود Black Heart
الشيكوريا	القلب الأسود ، والقلب البنى ، واحتراق حواف الأوراق
الخس	احتراق حواف الأوراق
الجزر الأبيض	الفراغات Cavity spot
الفلفل	تعفن الطرف الزهرى Blossom End Rot
البطاطس	فشل نمو البراعم Sprout Failure ، واحتراق حواف الأوراق
الشليك	احتراق حواف الأوراق
الطماطم	تعفن الطرف الزهرى
البطيخ	تعفن الطرف الزهرى

٢٤ - ٥ : المراجع

Arthey, V.D. 1975. Quality of horticultural products. Butterworths, London. 228p.

Chupp, C. and A.F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N.Y. 693p.

Edmond, J.B., T.L. Senn, F.S. Andrews and R.G. Halfacre. 1975 (4 th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw- Hill Book Co., N.Y. 560p.

Hoff, Johan E. 1973. Chemical and physiological basis of texture in horticultural products. HortScience 8: 108-110.

Lorenz, O.A. and D.N. Maynard. 1980 (2nd ed.) Knott's Handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N.Y. 390p.

Maynard, D.N. 1979. Nutritional disorders of vegetable crops: a review. J. of Plant Nutrition 1: 1-23.

Minotti, P.L. 1975. Plant nutrition and vegetable crop quality. HortScience 10: 54-56;

Stevesn, M.A. 1970. Vegetable flavor. HortSeience 5: 95-98.

Thompson, H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable Crops. McGraw-Hill Book Co., N.Y. 611p.

Ware, G.W. and J.P. McCollum. 1980 (3rd ed.). Producing vegetable crops. The Interstate Printers & Publishers, Inc. Danville, Illinois. 607p.

Wills, R.H.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. McGlasson and E.G. Hall. 1981. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Granada, London. 163p.