

## محتوى الخضروات من المركبات الضارة بصحة الإنسان

### مقدمة

إلى جانب نواتج التمثيل الغذائي الأولية التي ترتبط بنمو وتطور النباتات ، فإن النباتات تُمثّل عديداً من المركبات الأخرى الثانوية Secondary Metabolites التي لا يُعرف لها دور أساسي في العمليات الأيضية . ويعتقد أن هذه المركبات تلعب دوراً في حماية النباتات لنفسها من الإصابات المرضية والحشرية ، وفي تحملها للظروف البيئية القاسية. . . إلخ . وتقدر هذه المركبات بعشرات الآلاف ، ومن المؤكد أنها تؤثر في الإنسان سلباً أو إيجاباً . وقد عرفت التأثيرات المفيدة لبعضها والتأثيرات الضارة لبعضها الآخر .

ولأسباب واضحة فإن النباتات التي اختارها الإنسان لغذائه يجب أن تخلو - قدر الإمكان - من تلك المركبات السامة . وبالرغم من العلم بوجود بعض هذه المركبات . . فإن كمياتها ضئيلة وأضرارها محدودة ، ووسائل التغلب عليها والحد من أضرارها متعارف عليها ( MacGregor ١٩٨٧ ) .

وقد اختار الإنسان لغذائه الطرز والأنواع التي ينخفض محتواها من تلك المركبات السامة . فمثلاً . . تحتوى الفاصوليا الليما البرية على مستويات عالية من الجلووكوسيدات السيانوجينية ، بينما ينخفض - كثيراً - محتوى تلك المركبات في الفاصوليا المزروعة . ولهذا . . فإن النباتات المزروعة تكون أكثر تعرضاً للإصابات المرضية والحشرية .

ويتم التخلص من المركبات الضارة بصحة الإنسان - التي توجد في غذائه النباتي - بطرق مختلفة تجرى بعد الحصاد ؛ مثل النقع في الماء لإزالة الجلوكوسيدات السيانوجينية من الكاسافا ، والطهي الذي يؤدي إلى تثبيط البروتينات الضارة للإنسان . ومع ذلك يبقى كثير منها لا يتأثر بعملية الطهي أو الشوي .

وقد وجد - على سبيل المثال - أن حوالي ٥٠٪ من مركبات الأيض الثانوية التي تم اختبارها أحدثت سرطانات متنوعة في فئران التجارب . ويقدر العلماء أن أكثر من ٩٩٪ من المركبات الكيميائية المُحدثَة للسرطان - التي نتناولها في طعامنا - هي مركبات طبيعية ، أو تتكون عند طهي الطعام ، وليست مخلقة صناعياً ( عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤ صفحة ٣٤٥ ) .

### الحدود الفاصلة بين النبات السام والنبات الذي يحتوى على مركبات ضارة بالصحة

إلى جانب ما تحتويه الخضروات من عناصر غذائية ضرورية للإنسان ، فإن بعضها يحتوى على مركبات ضارة بصحته . وهي تتشابه في ذلك مع عديد من النباتات الأخرى ، إلا أن هذه المركبات الضارة توجد غالباً في الخضروات غير الناضجة أو المصابة بأمراض أو عيوب فسيولوجية معينة يسهل التعرف عليها ، أو أنها توجد في الأجزاء السليمة المستخدمة في الغذاء ، ولكنها - أى المواد الضارة - تستبعد عند تقشير الخضر ، أو تحطم عند الطهي . وفيما عدا ذلك . . فإن أى نبات طازج وسليم - ويحتوى على مركبات ضارة بصحة الإنسان لا يزول أثرها عند الطهي - لا يعد من الخضروات ، وإنما من النباتات السامة .

ومن أمثلة النباتات السامة بعض الأنواع البرية من عيش الغراب التي تتبع الجنس *Amanita* - التي تُحدث ٩٠٪ من حالات الوفاة الناتجة من التسمم بعيش الغراب - ؛ مثل : *A. phalloides* ، و *A. verna* ، و *A. virosa* .

أما الأنواع المزروعة من عيش الغراب فإنها لا تحتوى على أية مركبات ضارة بصحة الإنسان ، وتعد من الخضروات ؛ ومن أمثلتها : *Agaricus bisporus* ، و *Lentinus*

edodes ، و Armillaria mastsudake ، و Volvariella volvacea ، و Pholiata ، و nameko .

وتحتوى الأنواع السامة من عيش الغراب على ٣ مركبات سامة ؛ هى :

١ - الفالين Phallin ، وهو يؤدي إلى تحطيم كرات الدم الحمراء ، ولكنه يصبح غير فعال كمادة سامة بالتسخين أو الغليان فى الماء .

٢ - أمانيتين Amanitine .

٣ - فاللويدين Phalloidine .

وهذان المركبان يؤثران على الكبد والكلى والقلب ، ولا يمكن التخلص منهما بالتسخين ( Yamaguchi ١٩٨٣ ) .

### التقسيم العام لأنواع المركبات الضارة التى توجد فى محاصيل الخضر

يقسم Peirce ( ١٩٨٧ ) أنواع المركبات الضارة بصحة الإنسان - التى توجد فى بعض محاصيل الخضر - كما يلى :

١ - مركبات تغير فعل الهرمونات . . ومنها الثيوجلايكوسيدات thioglycosides - التى تعد من المركبات المؤثرة على الغدة الدرقية Goitrogens - وتوجد فى الصليبيات .

٢ - مضادات الفيتامينات Antivitamins ؛ مثل إنزيم الليبوكسيداز Lipoxidase المضاد لفيتامين « أ » ، وهو إنزيم يحطم الكاروتينات ، وحامض rickitogenic المضاد لفيتامين « د » ، وهذا الحامض يتحد مع الكالسيوم ( وكلا المضادين يوجد فى فول الصويا ) ، وال anti- $\alpha$ -tocopherol المضاد لفيتامين « هـ » ، ويوجد فى البسلة والفاصوليا .

٣ - مركبات محدثة للسرطان Photocarcinogens ؛ مثل مركبات ال-Flurocou-marins التى توجد فى الجزر الأبيض ( وهو محصول يختلف عن الجزر المعروف لنا ) .

٤ - مركبات مثبطة للإنزيمات ، وهى كثيرة ؛ ومن أمثلتها ما يلى :

أ - مثبطات إنزيمات الـ Proteases . . توجد فى فاصوليا الليما ، وفول الصويا ، والفول الرومى ، والبطاطس .

ب - السيانونوجينات الجلوكوسيدية Cyanogenetic Glucosides . . توجد فى فاصوليا الليما والفاصوليا الخضراء .

ج - مثبط إنزيم Glucose-6-phosphate dehydrogenase . . يوجد فى الفول الرومى .

د - مثبط إنزيم Cholinestrace . . يوجد فى المحاصيل الباذنجانية ، والكوسة ، والقرع العسلى . ويتحكم هذا الإنزيم فى الجهاز العصبى .

هـ - القلويدات Alkaloids . . توجد فى البطاطس وبعض الباذنجانيات الأخرى ، ومن أمثلتها السولانين solanine ، والأوبيوم opium ، والكوينين quinine ، وجميعها تؤثر على الجهاز العصبى .

و - مثبطات إنزيم الـ Amylase . . توجد فى الفلقاس والفاصوليا الجافة ، وهى تمنع تحلل النشا .

ز - مثبطات إنزيم Invertase . . توجد فى البطاطس ، وهى تمنع تحلل السكر .

هـ - مركبات تحدث خلافاً فسيولوجياً ؛ ومنها ما يلى :

أ - الهيماجلوتينينات Hemagglutinins . . توجد فى البقوليات .

ب - النترات Nitrate والنترتريت nitrite . . توجد فى السبانخ والخضر الورقية عموماً .

ج - الأوكسالات Oxalates . . توجد فى الروبارب ، والسبانخ ، والسلق ، والسبانخ النيوزيلاندى .

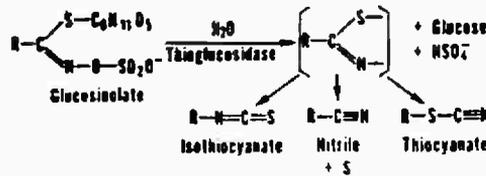
د - محدثات الحساسية Allergens . . توجد فى عدة نباتات ، ويؤدى الطهى إلى التخلص من غالبيتها ، غير أن البسلة والعدس يحتويان على مركبات محدثة للحساسية لا تتأثر بالحرارة .

### الثيوجليكوسايدات

تؤدى مركبات الثيوجليكوسايدات Thioglycosides إلى تضخم الغدة الدرقية ،

ويطلق عليها اسم Goiterogenic Agents . وتنتشر هذه المركبات بكثرة فى العائلة الصليبية ، وتوجد على صورة جليكوسيدات تحتوى على كبريت ؛ مثل مركب السنرجين Sinirgin الذى لا يعتبر فى حد ذاته ساما للإنسان ، إلا أنه يتحول بفعل إنزيم ميروزينيز myrosinase إلى مركبات أخرى سامة ؛ مثل : allyliso thiocya- nate ، و 5-vinyloxazolidine-2- thione ، التى تؤدى إلى تضخم الغدة الدرقية ، إلا أن إتلاف الإنزيم بالحرارة عند الطهى يمنع هذا التحول ( Liener ١٩٧٣ ) .

وقد أوضحت دراسات Carlson وآخرين ( ١٩٨٧ ) تشابه كل من كرنب بروكسل ، والقنبيط ، والكيل فى محتواها الكلى من ١٣ نوعا من الجلوكوسينولات glucosinolates ، وهى التى تتحول بفعل إنزيم الثيوجلوكوسيديز إلى عدة مركبات ؛ منها الأيزوثيوسيانات isothiocyanate ، والثيوسيانات ، كما يلى :



هذا . . إلا أن محتوى الأنواع المختلفة من الجلوكوسينولات يختلف باختلاف النوع النباتى والصنف البساتى ، ويتأثر بكل من مستوى التسميد والمعاملات الزراعية ، وكذلك بفترة التخزين وظروف التخزين ، حيث يزداد محتواها مع التخزين ، وتكون الزيادة فى الجو المتحكم فيه Controlled Atmosphere أقل منها فى الهواء العادى ( Hansen وآخرون ١٩٩٥ ) .

### مثبطات إنزيم البروتيميز Protease Inhibitors

تعمل هذه المركبات على تثبيط نشاط إنزيمات البروتيميز التى تعمل على تحلل البروتينات إلى أحماض أمينية . وتباين هذه المركبات فى مدى تأثيرها بالحرارة ؛ حيث إن بعضها حساس ويزول أثره بالحرارة ، وبعضها الآخر لا يتأثر بالحرارة ويبقى أثره بعد الطهى . يوجد مثبط التربسين trypsin inhibitor فى البقوليات ، وخاصة بذور فول

الصويا غير المطهية . كما يوجد مثبط الكيموتربسين Chemotrypsin inhibitor فى البطاطس ، وكلاهما - التربسين والكيموتربسين - من الـ proteases التى توجد فى الجهاز الهضمى للحيوانات .

ومن مضادات التغذية Antinutritional Factors التى لا تتأثر بالحرارة كل من الفيسين Vicine ، والكونفيسين Convicine فى الفول الرومى ( Burbano ) وآخرون . ( ١٩٩٣ ) .

### السيانوجينات الجلوكوسيدية

السيانوجينات Cyanogens هى مركبات جليكوسيدية تعطى عند تحللها HCN ، وهو من المركبات الشديدة السمية للإنسان ، لأنه يؤثر على إنزيمات التنفس . ويوضح جدول ( ٣ - ١ ) محتوى بعض الخضروات من الـ HCN .

جدول ( ٣ - ١ ) : الخضروات ذات المحتوى المرتفع من الـ HCN .

الخضر	تركيز HCN ( ملليجرام / ١٠٠ جرام )
فاصوليا الليما	١٤,٤ - ١٦,٧
الكاسافا ( الأصناف المرة )	١١٣
اللوبياء	٢,١
البسلة	٢,٣
الفاصوليا الجافة	٢,٠
الجرام <i>Cicer arietinum</i>	٠,٨
الجرام الأحمر <i>Cajanus cajan</i>	٠,٥

وتعتبر الأصناف الحديثة من فاصوليا الليما أقل كثيراً فى محتواها من HCN من الأصناف القديمة . وتوجد السيانوجينات كذلك فى الفول الرومى . وتعتبر الذرة الرفيعة - وهى أحد المحاصيل الحقلية - من أهم النباتات التى تشتهر بارتفاع محتواها من السيانوجينات ؛ حيث تصل إلى ٢٥٠ ملليجرام / ١٠٠ جرام .

وتعرف الـ Cyanogenesis بأنها : « قدرة النباتات على إنتاج غاز سيانيد الأيدروجين (HCN) السام فى ظروف معينة » . ويحدث ذلك فى نحو ٢٠٥٠ نوعاً نباتياً راقياً

تتوزع في نحو ١١٠ عائلات . وتقسم تلك المركبات إلى فئتين رئيسيتين ؛ هما :  
الجلوكوسيدات السيانوجينية ، والدهون .

لا تنتج النباتات غاز سيانيد الأيدروجين إلا إذا جرحت أنسجتها ، كما يحدث عند  
مضغ الطعام ، أو عند إصابتها بالفطريات . ومرد ذلك أن المركب السيانوجيني  
والإنزيم الذى يحلله ويؤدى إلى إطلاق الغاز منه يوجدان فى حجيرات منفصلة بالخلية .  
ولا يحدث الاختلاط بين المركب والإنزيم إلا عندما يحدث خلل ببناء الخلية .

تنتج النباتات ما لا يقل عن ٢٦ نوعاً من الجلوكوسيدات السيانوجينية ، وهى تفيد  
فى حماية النباتات من الافتراس ومن الإصابات المرضية . وبالنسبة للإنسان . فإلى  
جانب كونها مرة الطعم ، فإنها تثبط الإنزيمات المسؤولة عن التنفس فى الميتوكوندريا .

وتعد الكاسافا من أكثر النباتات احتواءً على الجلوكوسيدات السيانوجينية ، بالرغم  
من كونها الطعام الرئيسى لمئات الملايين من البشر فى المناطق الاستوائية من أفريقيا ،  
وآسيا ، وأمريكا اللاتينية ؛ حيث يُعتمد عليها فى توفير أكثر من ٦٠٪ من الطاقة  
اللازمة للفرد فى بعض هذه المناطق . وتنتج جميع أصناف وسلالات الكاسافا غاز  
سيانيد الأيدروجين السام . وهى تتراوح فى الطعم بين الحلوة والمرة تبعاً لمحتواها من  
مركب اللينامارين linamarin ، وهو المركب السيانوجينى الرئيسى .

يؤثر غاز سيانيد الأيدروجين على نظام العصب المركزى ، والجهاز الهضمى ،  
والغدة الدرقية . ويؤدى فقر الغذاء فى محتواه من البروتين إلى زيادة سمية الغاز ؛  
لأن الأحماض الأمينية تساعد على التخلص من السيانيد بمجرد انطلاقه داخل  
الجسم .

ويعمل الإنسان على خفض سمية الكاسافا بطحن الجذور مع ترك اللب المطحون  
فى الماء لفترة ؛ وذلك للسماح للإنزيم بأن يأتى على اتصال بمركب اللينامارين ؛ مما  
يؤدى إلى انطلاق غاز سيانيد الأيدروجين . ويلى ذلك غسيل اللب وإعداده  
للاستعمال . ويعد طهى الجذور وتخميها من الوسائل البديلة لخفض محتواها من  
اللينامارين وسيانيد الأيدروجين ( عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤ ) .

## المركبات المسببة للفافيزم

الفافيزم Favism هو مرض يحدث لبعض الأفراد ذوى الحساسية عند أكلهم للبقول الرسمى أو البلدى ، ويؤدى إلى التسمم والموت إن لم يسعف المريض بالعلاج السريع . ويرجع المرض إلى مركبات من مشتقات البريميدين Primidine derivatives - تعرف بأسماء divicine ، و isouramil - تُحدث الحالة الطبية المعروفة باسم Hemolytic Anemia لدى الأفراد الذين لديهم نقص فى إنزيم NADP-linked glucose-6-phosphate dehydrogenase . ويشيع هذا المرض خاصة فى حوض البحر الأبيض المتوسط ( Liener ١٩٧٣ ) .

## الأوكسالات

يتحد أيون الأوكسالات Oxalate الموجود فى الطعام مع أيون الكالسيوم الموجود فى نفس الطعام ، وفى الأطعمة الأخرى التى تؤكل معه ؛ مكوناً ملح أوكسالات الكالسيوم ، ويؤدى ذلك إلى ما يلى :

١ - ترسيب أيون الكالسيوم ، فلا يستفيد الجسم منه .

٢ - قد ترسب أوكسالات الكالسيوم فى الكلى وتكون حصوات الكلى .

ويوجد أيون الأوكسالات بكثرة فى كل من السبانخ والسلق والبنجر والسبانخ النيوزيلندى والقلقاس والروبارب .

وقد وجد أن محتوى أوراق السبانخ من الأوكسالات ينخفض بازدياد الوزن الطازج للأوراق بين الحشتين الأولى والثانية ، وكان هذا النقص فى الأوكسالات أكثر وضوحاً فى الأصناف السريعة النمو منه فى الأصناف الأبطأ نمواً ( Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢ ) .

ولمزيد من التفاصيل عن الأوكسالات فى النباتات . . يُراجع Franceshi & Horner ( ١٩٨٠ ) .

## النترات

يحدث التأثير السام لأيون النترات nitrate عندما يتحول إلى أيون نيتريت nitrite ؛ الأمر الذى قد يحدث قبل تناول الطعام المحتوى على النترات أو بعد تناوله ؛ أى إن التسمم يحدث من أيون النيتريت الذى يؤدي - فى حالة امتصاص الجسم له بكميات كبيرة - إلى أكسدة الهيموجلوبين من حالة الحديدوز ferrous hemoglobin إلى حالة الحديديك ferric hemoglobin ، فيفقد بذلك قدرته على إمداد الجسم بالأكسجين ويحدث التسمم ، وهى الحالة التى تعرف طبيًا باسم ميثيموجلوبينيميا-methemoglobiemia . هذا . . . يستخدم تركيز النترات كدليل مباشر على مدى احتمال التسمم بأيون النيتريت .

وقد وضعت بعض الدول حدودًا لأقصى ما يمكن أن تحتويه مياه الشرب وبعض الخضراوات من أيون النترات ، فالحد الأقصى المسموح به فى الولايات المتحدة هو ١٠ أجزاء فى المليون فى مياه الشرب . وفى هولندا . . . حدُّ الحد الأقصى لمحتوى النترات فى كل من الخس ، والهندباء ، والسبانخ ، والبنجر بمقدار ٣,٥ جم لكل كيلو جرام من الخضراوات المنتجة شتاءً ( من نوفمبر إلى أبريل ) ، وبمقدار ٢,٥ جم لكل كيلو جرام من الخضراوات المنتجة صيفًا ( من مايو إلى أكتوبر ) ، باعتبار أن النترات يزداد تراكمها تحت ظروف الإضاءة المنخفضة .

وتبلغ الجرعة السامة للفرد الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٠,٧ - ١,٠ جم نيتروجين نتراتى ، وتنخفض هذه الجرعة إلى أقل من ٠,٧ - ٠,١ جم فى الأطفال الرضع الذين يكونون أكثر حساسية للتسمم من النترات من الأطفال الأكبر سنًا أو الأفراد البالغين ، لكن لحسن الحظ . . . فإن هذه الجرعات السامة لا يصل إليها أى فرد ، لأن ذلك يتطلب - فى حالة البالغين - أن يتناول الفرد من ١,٥ - ٢ كجم من السبانخ فى وجبة واحدة .

ويبدو أن النترات تتراكم على وجه خاص فى أعناق الأوراق والسيقان ، كما فى السبانخ ، كما تتراكم أيضًا فى جذور البنجر والفجل ، لكن لا يحدث تراكم للنترات فى جذور الجزر والبطاطا ، أو فى ثمار الطماطم ، أو فى قرون الفاصوليا الخضراء ، كما لا تتراكم فى أبصال البصل ، أو فى البذور والثمار بصورة عامة .

وتصل معظم التترات إلى جسم الإنسان ضمن ما يتناوله من خضروات ؛ فمثلا . .  
 قُدِّر ما يصل جسم الإنسان يوميا من أيون التترات - فى هولندا - بنحو ١٤٣ مجم ؛  
 منها نحو ١٢٠ مجم من الخضروات ( عن Kees Reinink & Groenwold ١٩٩٤ ) .  
 وقد أوضحت دراسات Yang ( ١٩٩٢ ) أن تخزين الخضروات ( الخس ،  
 والسبانخ ، والبطاطس ، والفلفل ، والخيار ) فى أى من حرارة الغرفة أو على الصفر  
 المثلوى أدى إلى زيادة معدل تحلل محتواها من التترات مع زيادة محتواها من النتريت ،  
 بينما أدى تخزينها فى جو معدل ( صناديق محكمة الإغلاق أمام تبادل الغازات ) على  
 الصفر المثلوى إلى زيادة محتواها من النتريت دون أن ينخفض محتواها من  
 التترات .

### العوامل المؤثرة على مستوى التترات فى الخضر

يتأثر مستوى أيون التترات فى الخضر بالعوامل الآتية :

١ - الصنف :

فعلى سبيل المثال . . أوضحت الدراسات التى أجريت على السبانخ زيادة محتوى  
 أيون التترات فى الصنف ونتريلومسدیل Winter Bloomsdale ذات الأوراق المجمعة ،  
 عنه فى صنفين من ذوات الأوراق الملساء .

كذلك وجدت اختلافات مماثلة فى تراكم التترات بين الأصناف فى كل من الجزر ،  
 والفجل ، والهندباء .

٢ - شدة الإضاءة :

يزداد تراكم التترات فى الخضروات فى ظروف الإضاءة الضعيفة .

٣ - مصدر السماد الأزوتى :

نفى السبانخ . . يزداد محتوى الأوراق من أيون التترات مع زيادة التسميد التتراتى ،  
 بالمقارنة بالتسميد الأمونيومى . فقد كانت نسبة التترات بالأوراق ٤٠ ، ٠٪ فى حالة  
 التسميد بتترات البوتاسيوم ، وانخفضت إلى ٢٨ ، ٠٪ عند التسميد بتترات الأمونيوم ،

والى ٢١,٠٪ مع التسميد باليوريا ، ولم يكن للتمسيد بالعناصر الأخرى أى تأثير على مستوى النترات بالنبات . وقد أدت معاملة التربة بمشبطات النترة nitrification inhibitors إلى خفض تراكم النترات بأوراق السبانخ .

وأمكن إنتاج خس منخفض فى محتواه من النترات - فى ظروف الإضاءة الضعيفة - التى يزداد فيها تركيز النترات بالنبات - دون التأثير على المحصول ؛ وذلك بجعل نسبة الأمونيوم إلى النترات فى المحلول المغذى ٢٥,٠ على أن تتغير إلى ١,٠ خلال الأسبوعين الأخيرين من النمو .

ولكن زيادة حرارة المحلول المغذى ليلا - من ٦ إلى ١٠ درجات مئوية مع حرارة لا تقل عن ٦ مئوية نهاراً - أدت إلى زيادة كل من النمو والمحتوى النتراتى ( Steingrover ١٩٩٣ ) .

#### ٤ - طريقة التسميد :

وجدت زيادة فى تراكم أيون النترات فى السبانخ عند إضافة السماد نثراً قبل الزراعة ، عما لو أضيف إلى جانب النباتات أثناء نموها . وربما يرجع ذلك إلى زيادة فترة امتصاص النبات لأيون النترات فى الحالة الأولى ، عنه فى الحالة الثانية ( Maynard & Barker ١٩٧٢ ) .

ويمكن الحصول على مزيد من التفاصيل عن موضوع تراكم النترات فى محاصيل الخضر فى Splittostoesser وآخرين ( ١٩٧٤ ) ، و Maynard وآخرين ( ١٩٧٦ ) ، و Mills & Jones ( ١٩٧٩ ) .

### مركبات ضارة أخرى

من المركبات الضارة الأخرى التى توجد فى الخضر ما يلى :

#### ١ - القلويات الجليكوسيدية :

تنتشر القلويات الجليكوسيدية Glycoalkaloids فى الخضر الباذنجانية ، مثل الطماطم والبطاطس ، فتحتوى ثمار الطماطم الخضراء على التوماتين Tomatine ، لكنه يختفى فى الثمار الناضجة ، كما تحتوى درنات البطاطس التى تعرضت

للضوء على السولانين Solanine ، وكلاهما سام للإنسان ( Yamaguchi ١٩٨٣ ) .

٢ - الكيوكربتسينات :

الكيوكربتسينات Cucurbitacins عبارة عن جليكوسيدات مرة الطعم توجد في ثمار بعض القرعيات ؛ مثل : الخيار والقثاء ، وبعض سلالات الكوسة والبطيخ البرى ، وهي سامة جدا للإنسان .

٣ - الهيماجلوتنينات Hemagglutinins : توجد في البذور الجافة لعدد من البقوليات ، خاصة الفاصوليا وفول الصويا ، وتسبب قلة امتصاص الغذاء ، وضعف النمو .

٤ - اللاثروجينات Lathrogens : توجد في الحمص ، وتسبب الشلل .

٥ - السابونينات Saponins : توجد في فول الصويا ، وتحدث غازات في الأمعاء ، وتقلل من فاعلية الكائنات الدقيقة بها .

٦ - مثبطات إنزيم الكولينستريز Cholinestrase inhibitors : توجد في ثمار الكوسة والقرع العسلى ، وتؤثر على الأعصاب ( Kehr ١٩٧٣ ) .

## المركبات الضارة التى تتكون فى الاجزاء النباتية المصابة بالامراض

### الفيتوالاكسينات

تؤدى الإصابة ببعض الكائنات المسببة للأمراض النباتية أحياناً إلى إنتاج مركبات خاصة - فى الأنسجة المصابة والأنسجة المحيطة بها - تعمل على وقف تقدم الإصابة ، ويعتبر ذلك نوعاً من مقاومة النباتات الطبيعية للأمراض . وتعرف المركبات المتكونة هذه باسم فيتو ألاكسينات phytoalexins ، ومن الفيتو ألاكسينات المعروفة تلك التى تنتجها محاصيل الخضر التالية :

١ - البسلة :

ينتج بالبسلة فيتوالاكسين البيزاتين Pisatin الذى يؤدى - بتركيز أعلى من ٢٠٠ جزء

فى المليون - إلى إتلاف كرات الدم الحمراء ، وانطلاق البوتاسيوم الخلوى خلال ٨ دقائق فى الماشية .

٢ - الفاصوليا :

تنتج الفاصوليا عدداً من الفيتوأكسينات منها : فاصيوليدين phaseollidin ، وفاصيولين phaseollin ، وكيفيتون Kievitone ، وفاصيولينيسوفلافان Phaseollini-softlavan ، وكيومستيرول Coumesterol .

وقد وجد أن الفاصيولين بتركيز ١٧ جزءاً فى المليون يؤدى إلى إتلاف كرات الدم الحمراء فى الماشية والأغنام .

٣ - الجزر :

ينتج الجزر عدداً من الفيتوأكسينات ؛ منها حامض الكلوروجينيك Chlorogenic Acid ، وميريستيسين Myristicin . ومن المعروف أن حامض الكلوروجينيك مثبط لامتصاص الشيامين فى أمعاء الفئران . أما الميريستيسين ، فله خصائص المبيدات الحشرية ، وقد تؤدى الجرعات التى تزيد على ٤٠٠ جزء فى المليون إلى إحداث هلوسة للإنسان . ونظراً لأن أصناف الجزر العادية لا يزيد تركيز الميريستيسين بها على ٢٠ جزءاً فى المليون ؛ لذا يلزم لظهور الأعراض أن يستهلك الفرد الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٥ كجم من الجزر دفعة واحدة .

٤ - البطاطا :

يوجد بالبطاطا فيتوأكسينات كثيرة ؛ منها الأيوميامارون Ipomeamarone الذى يعتبر ساماً للإنسان إذا وجد بتركيزات عالية ، كما فى جذور البطاطا المصابة بالأمراض .

٥ - البطاطس :

يعرف منذ زمن بعيد أن درنات البطاطس المصابة بالندوة تحدث عند استهلاكها تسمماً للإنسان . كذلك يؤدى تعرض الدرنات للضوء أو إصابتها ببعض الأمراض إلى تكون مركب ألفاسولانين  $\alpha$ -Solanine الذى يعتبر ساماً للإنسان إذا تعاطى منه الشخص الذى يزن ٧٠ كجم نحو ٢١٠ ملليجرام ( Surak ١٩٧٨ ) .

٦ - الكرفس والخضر الخيمية :

يعتقد أن السورالينات Psoralens ( وهى : linear furanocoumarins ) - التى توجد فى الكرفس ، والجزر الأبيض ، والبقدونس ، والتين ، والموايح - هى فيتوالاكسينات ذات علاقة بمقاومة الكرفس لمسيبات الأمراض . كما تنتج هذه المركبات بمعاملات خاصة ؛ مثل كبريتات النحاس ، والأشعة فوق البنفسجية ، والحرارة المنخفضة . كما أدت الأضرار الميكانيكية للكرفس عند الحصاد إلى زيادة تركيز الـ furanocoumarin من ٢ إلى ٩٥ ميكروجرام / جرام وزن طازج .

وللسورالينات تأثيرات بيولوجية ضارة ؛ حيث تكون مطفرة للدنا ( الـ DNA ) ، ومسرطنة إن وجدت مع الأشعة فوق البنفسجية فى المدى الموجى ٣٢٠ - ٣٨٠ مللى ميكرون .

ولكن يبدو أن السورالينات نفسها ليست هى الفيتوالاكسينات ، وإنما مرد النشاط المضاد لمسيبات الأمراض إلى المارمسين marmesin ، الذى يتكون منه السورالين . وقد وجد Afek وآخرون ( ١٩٩٥ ) أن معاملة الكرفس بالجبريللين بعد الحصاد أدت إلى إبطاء تكوين السورالين ، مع استمرار مقاومة النباتات لأمراض المخازن لفترة أطول ، علما بأن المارمسين يتحول تدريجيا - بصورة طبيعية - إلى سورالين بعد الحصاد .

### السموم الفطرية

تفرز كثير من الفطريات الأسكية والناقصة ، وقليل من الفطريات الزيجوية سمومًا فطرية mycotoxins ، ويعتبر الأفلاتوكسن Aflatoxin أولها اكتشافًا ، وأكثرها شيوعًا ، وأخطرها ، وهو يُفرزُ بواسطة نوعين من الفطريات ، هما Aspergillus flavus ، و A. parasiticus ، اللذان يصيبان عديدًا من المحاصيل الحقلية والبستانية قبل الحصاد أو بعده ، أو أثناء التخزين .

ينتشر الفطر على كثير من الحبوب والبذور ؛ ومنها : القمح ، والذرة ، والأرز ، والشعير ، والقطن ، والفول السودانى ، وفول الصويا ، كما يمكن أن يوجد أيضا فى دقيق القمح والذرة ، وأن يصيب الجبن ومنتجات الألبان واللحوم . وعندما تكون عليقة الحيوان ملوثة بالفطر فإن السم ينتقل إلى لبن الحيوان .

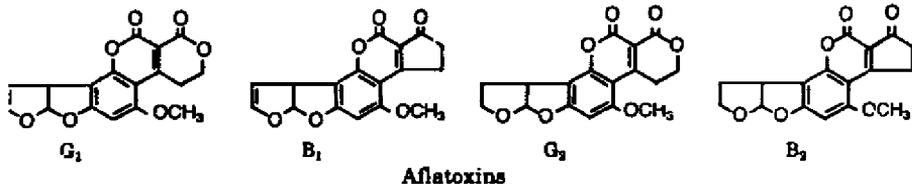
تعد الرطوبة العالية والماء الحر أهم العوامل التي تساعد على إصابة الحبوب أو البذور بالفطر .

يزداد تركيز السم بزيادة نمو الهيفات ، وتزداد سرعة تمثيله لتصل إلى حدها الأقصى وقت تكوين الجراثيم الكونيدية للفطر ، ثم تقل سرعة تكوين السم بعد ذلك .

يحدث الأفلاتوكسين نوعين من الأعراض على الإنسان والحيوان ، وهما أعراض حادة acute ، وأخرى مزمنة chronic . وقد وجد في حيوانات التجارب أن الأعراض الحادة - التي تحدث عند تناول جرعة كبيرة من السم مرة واحدة - تنتج من تضخم الكبد وتقرحه ، وتؤدي إلى موت الحيوان . أما الأعراض المزمنة فتتضمن حدوث الطفرات وظهور تقرحات وأورام سرطانية بالكبد ( عن وصفى ١٩٩٣ ) .

يتبين مما تقدم أن الأفلاتوكسينات من المواد المسرطنة ، وخاصة للكبد . وهي لا تتأثر بحرارة الطهي ؛ لذا .. فإن استهلاك الإنسان للأغذية المصابة بالفطريات المنتجة لهذه الأفلاتوكسينات يكون فيه خطورة كبيرة على صحته .

ونبين - فيما يلي - التركيب البنائي لأربع من هذه الأفلاتوكسينات ، وهي التي تعرف بالرموز B<sub>1</sub> ، B<sub>2</sub> ، G<sub>1</sub> ، و G<sub>2</sub> :



ويعد الأفلاتوكسين B<sub>1</sub> أشدها سمية ؛ حيث يبلغ الحد الأقصى للتركيز المسموح به في الأغذية خمسة أجزاء في البليون .

وقد وجد الفطر ناميا على نحو ٥٠ نوعا من الأغذية ، وكان من أكثرها شيوعا : الفول السوداني ، والحبوب مثل القمح والذرة ، والبذور الزيتية مثل بذرة القطن .

ومن السموم الأخرى المعروفة التي تفرزها الفطريات التي تصيب الأغذية ما يلي  
( عن Kragt ١٩٨٧ ) :

المُسم	الفطريات المنتجة له	الأغذية التي ينمو عليها والأضرار التي يحدثها
Sterigmatocystin	<i>Aspergillus</i> spp. <i>Penicillium luteum</i>	البن الأخضر والقمح . مُسرطن ، لكن بدرجة أقل كثيرا من الأفلاتوكسينات
Ochratoxins	<i>A. ochraceus</i> <i>P. viridicatum</i>	أهمها Ochratoxin A الذى يحدث أضرارا كبيرة للكلى
Citrinin	<i>Penicillium</i> spp. <i>Aspergillus</i> spp.	يحدث أضرارا للكلى
Patulin	<i>Pencillium</i> spp. <i>Aspergillus</i> spp. <i>Byssachlamys nivea</i>	التفاح المعطوب وعصير التفاح . ليس له تأثير ضار واضح ، ولكنه مضاد للبكتيريا
Penicillic Acid	<i>A. ochraceus</i>	الذرة المخزن في جو رطب وفي حرارة منخفضة . مُسرطن للفئران .
Trichothecenes	<i>Fusarium</i> spp.	تعرف باسم T-toxins ، وهي كثير وسامة .

وتزداد معدلات الإصابة بالفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات في الخضر الجافة بطبيعتها ، مثل المحاصيل البذرية ، والخضر التي تجفف صناعيا ، مثل البامية ، والملوخية ، والبصل المجفف .

فمثلا .. وجد Mahmoud & Abd-Allah ( ١٩٩٤ ) الأفلاتوكسينات B<sub>1</sub> ، و B<sub>2</sub> ، و G<sub>1</sub> ، و G<sub>2</sub> فى بعض عينات بذور الفول البلدى بتركيزات تراوحت - فى المتوسط - بين ٢٠ و ٣٠ ميكروجرام / كجم .

ولاحظ Ahmad ( ١٩٩٣ ) أن بذور Vigna mungo كانت ملوثة بجراثيم الفطرين Aspergillus flavus ، و Penicillium citrinum عند الحصاد . ومع التخزين . . ازدادت معدلات الإصابة بهذين الفطرين ، كما ظهرت كذلك إصابة بالفطريات A. terreus ، و A. niger ، و A. ochraceus وغيرها ، وكانت نحو ٧٠٪ من عزلات A. flavus من المنتجة للأفلاتوكسينات السامة .

ومن أهم الفطريات التي أمكن عزلها من كل من البامية ، والملوخية ، والفلفل المجفف ما يلي ( عن Adebajo & Shopeju ١٩٩٣ ) :

Aspergillus flavus

A. niger

A. fumigatus

Rhizopus oryzae

Penicillium oxalicum

Rhizomucor pusillus

Fusarium equiseti

كما تمكن Zohri وآخرون ( ١٩٩٢ ) من عزل ١٥ نوعا من الفطريات - تنتمي إلى ٧ أجناس - من عينات من البصل المجفف جمعت من أحد مصانع تجفيف البصل في محافظة سوهاج بمصر ، إلا أن تواجد الفطريات في العينات تناقص بشدة خلال مراحل التجفيف إلى أن وصل إلى الصفر في مرحلة التجفيف النهائية . وكانت أكثر الفطريات تواجدا خلال المراحل الأولى للتجفيف ما يلي :

Aspergillus niger

A. flavus

A. terreus

A. niger

Penicillium chrysogenum

وقد تناقص تواجد السموم الفطرية mycotoxins من ١٢٠ ميكروجرام / كجم من البصل في مرحلة التجفيف الأولى إلى ٢٠ ميكروجرام / كجم في مرحلة التجفيف الثامنة ، ثم إلى الصفر في مرحلتى التجفيف الأخيرتين التاسعة والعاشر .

وأوضحت دراسات Omar & Mahmoud ( ١٩٩٤ ) على الطماطم إصابة الثمار

بعديد من الفطريات ، منها : *Penicillium citrinum* ، و *Aspergillus flavus* ، وكانت الإصابة بهما مُصاحبة بإنتاج الأفلاتوكسينات  $B_1$  ، و  $B_2$  ، و *citrinin* . كما عُرِل كذلك الفطر *Alternaria alternata* ، الذى أُنتج سموما فطرية بتركيز مرتفع .

وتتجه الدراسات - حاليا - إلى تربية أصناف جديدة مقاومة للفطريات المنتجة للأفلاتوكسينات ، مثل مقاومة الذرة السكرية للفطر *Aspergillus flavus* مسبب مرض عفن الكيزان ، والذى يعد من أهم مصادر الأفلاتوكسينات فى حبوب الذرة الشامية ( Cambell & White ١٩٩٥ ) .

### محتوى الخضر من العناصر الثقيلة

لا يعد ارتفاع محتوى الخضر من بعض العناصر الدقيقة السامة للإنسان من الخصائص المميزة للخضر بعينها ، وإنما هو أمر يرجع إلى زيادة تلوث البيئة بتلك العناصر ؛ ومن ثم زيادة امتصاص الخضر - وغيرها من النباتات - لها ، ولكن لهذه القاعدة استثناءات .. على الأقل فيما يتعلق بعنصر السيلينيوم .

ويتضح من دراسات Zayed & Terry ( ١٩٩٢ ) أن مستوى السيلينيوم فى نباتات البروكولى يتأثر بتركيز كل من أيونى السيلينيوم والكبريتات فى المحلول الغذى ؛ حيث أدت زيادة أيون الكبريتات إلى زيادة تركيزه فى النبات ومنافسته لأيون السيلينيوم على الإنزيمات الخاصة بأبيض وتمثيل الكبريت ؛ الأمر الذى أدى إلى نقص إنتاج الـ Seleno amino acids التى ينتج عنها مركبات السيلينيوم المتطايرة ؛ التى تؤدى إلى التخلص من السيلينيوم من التربة إلى الهواء الجوى . ولذا .. فإنه بالتحكم فى مستوى الكبريتات فى التربة .. يمكن خفض مستوى السيلينيوم بها عن طريق تطايره من خلال النباتات المزروعة فيها .

ويعتبر تطاير السيلينيوم من التربة من خلال النباتات والكائنات الدقيقة إحدى وسائل التخلص من كميات العنصر التى قد تلوث التربة .

ويستدل من دراسة لاحقة ( Zayed & Terry ١٩٩٤ ) على أن معظم تطاير السيلينيوم فى البروكولى يكون عن طريق الجذور التى يكون تطايره منها أسرع مما

يحدث عن طريق النموات الخضرية بمقدار ٢٦ مرة . كما أدت إزالة النموات الخضرية إلى زيادة تطاير السيلينيوم من الجذور بمقدار ٢٠ إلى ٣٠ مرة - خلال الـ ٧٢ ساعة التالية لإزالة النموات الخضرية - مقارنة بما كان عليه التطاير من الجذور المتصلة بالنموات الخضرية .

كما انخفض معدل تطاير السيلينيوم بزيادة تركيز الكبريتات عن ٢٥ مللى مولار فى المحلول المغذى .

وحُصل على نتائج مماثلة مع خمسة نباتات أخرى ؛ هى : الأرز ، والكرنب ، والقنبيط ، والمسترد الصينى ، والمسترد البنى البرى .

وقد أدت إضافة مضادات حيوية ميكروبية Prokaryotic Antibiotics إلى المحلول المغذى إلى نقص كبير فى معدل تطاير السيلينيوم من كل من الجذور والمحلول المغذى ، بدرجة أكبر مما يمكن أن ترجع إلى التطاير الميكروبي للسيلينيوم من المحلول المغذى فقط ؛ مما يعنى أن النشاط الميكروبي فى النبات يلعب دورا فى عملية التطاير .

وقد قسم Terry وآخرون ( ١٩٩٢ ) ، و Zayed ( ١٩٩٣ ) الخضرا حسب قدرتها على تخلص التربة من عنصر السيلينيوم - بتطاير العنصر من خلالها - إلى ثلاث مجموعات كما يلي :

١ - خضروات ذات قدرة عالية على امتصاص العنصر وتسريبه - بالتطاير - إلى الهواء الجوى . وهذه المجموعة تشمل البروكولى ، والكرنب ، والقنبيط ، ويتراوح معدل تطاير العنصر منها بين ٢٠٠ و ٣٠٠ ميكروجرام / م<sup>٢</sup> من المساحة الورقية يوميا .

٢ - خضروات ذات قدرة متوسطة : تشمل الجزر ، والخيار ، والطماطم ، والباذنجان ، ويتراوح معدل تطاير العنصر منها بين ٤٠ و ١٠٠ ميكروجرام / م<sup>٢</sup> من المساحة الورقية يوميا .

٣ - خضروات ذات قدرة ضعيفة : تشمل الفاصوليا ، والخس ، والبصل ، ويتطاير العنصر منها بمعدل يقل عن ١٥ ميكروجرام / م<sup>٢</sup> من المساحة الورقية يوميا .

وقد وجد ارتباط عالٍ جدا بين قدرة النبات على تسريب العنصر من خلاله ومحتواه من العنصر ؛ مما يعنى أهمية قدرة النبات على امتصاص العنصر فى الاستفادة منه فى تخليص التربة من السيليونيوم ، ولكن قابل ذلك ارتفاع محتوى العنصر فى النبات إلى مستويات قد تسبب مشاكل صحية للإنسان ؛ حيث وصل تركيزه فى الكرنب إلى ٢٠٠ مجم / كجم من الأوراق على أساس الوزن الجاف .

كذلك أدى الاتجاه إلى إنتاج الخضر فى الحدائق المنزلية داخل المدن إلى الاهتمام بمحتوى هذه الخضر من العناصر الثقيلة ، وخاصة عنصر الرصاص الذى ينتج بكثرة مع عادم السيارات .

وتوصى منظمة الصحة العالمية بألا يزيد ما يصل إلى جسم الفرد البالغ من عنصر الرصاص على ٢٥٤ ميكروجرام يوميا ، ويقل الحد المسموح به - بالنسبة للأطفال الذين تقل أعمارهم عن ثلاث سنوات - إلى ١٠٠ - ٢٠٠ ميكروجرام يوميا .

هذا .. وتتراوح نسبة الرصاص فى المدن المزدحمة - مثل نيويورك وبوسطن ولندن من ٢٠٠ - ٦٠٠٠ جزء فى المليون ( لم تشمل الدراسة مدينة القاهرة التى تعد أكثر ازدحاما من المدن التى ورد ذكرها ) . وبرغم أن الرصاص لا يتحرك فى التربة ، فإن النباتات تمتصه من التربة الملوثة بسهولة ، كما أنه يترسب مباشرة على أوراق النباتات من عادم السيارات .

وقد قام Bassuk ( ١٩٨٦ ) بدراسة وسائل خفض نسبة الرصاص فى نباتات الخس المزروعة فى أرض ملوثة - صناعيا - بالرصاص ، فوجد أن إضافة المادة العضوية أو الفوسفور تقلل من امتصاص الرصاص بشدة ، وكانت أكثر المعاملات فاعلية إضافة السماد الحيوانى مع الفوسفور .

كذلك وجد أن الرصاص المترسب على أوراق الخس - من عادم السيارات - يمكن غسله بمحلول مائى من حامض الخليك بتركيز ١٪ ، أو بمحلول صابون غسيل بتركيز ٥,٠ ٪ .

### مصادر إضافية خاصة بموضوعات هذا الفصل

إن التعمق فى موضوع هذا الفصل يُخرج الكتاب عن مضمونة ، ألا وهو « أساسيات وفسولوجيا الخضر » . ولذا .. فإننا نُحيل القارئ الذى يرغب فى مزيد من الاطلاع فى هذا الموضوع إلى مراجع معينة ، منها ما يلى : Kehr ( ١٩٧٣ ) ، و Liener ( ١٩٧٣ ، و ١٩٨٠ ) ، و Gould ( ١٩٧٣ بالنسبة للتلوث الميكروبي ) ، و Surak ( ١٩٧٨ بالنسبة للفيتوألكسينات ) ، و Spayd ( ١٩٨٧ ) ، و MacGre- gor ( ١٩٨٧ ) ، و San ( ١٩٨٧ ) ، و Swanson ( ١٩٨٧ ) ، و Poel وآخرون ( ١٩٩٣ ) .