تلوث الأغذية النباتية خلال فترات إنتاجها

تبدأ عملية زراعة المحاصيل الزراعية المختلفة بوضع تقاويها فى الوسط الملائم لنموها ، والذى يكون عادة التربة الزراعية بعد تجهيزها بتفتيت حبيباتها ، وذلك بالحرث أو العزيق والتسوية وقد تقام بها بتون أو مساطب . ثم تزرع بذرا أو فى سطور ، أو فى جور . التقاوى المستخدمة قد تكون بذورا وقد تكون أجزاءً من نباتات سابقة ومن ذلك الزراعة بالأبصال أو بالدرنات أو بالكورمات أو بالعقل . التقاوى المستخدمة قد تكون ملوثة من تربة سابقة أو من عوامل بيئية أخرى أو تعرضت لإصابات من كائنات حية ، وكثيرا ما يكون لتلوث التقاوى المنزرعة تأثيره الضار على النمو الناتج والمحصول المتوقع الحصول عليه ، ونادرا ما ينتج عنه تأثير على المتغذى على المحصول الناتج ، ذلك أن أغلب هذه الملوثات ، إن كانت كيميائية فإن وجودها يكاد يتلاشى فى المنتج الغذائى ، وإن كان التلوث ميكروبيا فإن معظمه إن كان ضارا فإن ضرره يقع على النباتات الناتجة وعلى المحصول المتحصل عليه وليس على صحة المستهلك .

بتوفر الظروف الملائمة تنشط التقاوى وتنمو البادرات وتظهر فوق سطح التربة، وتستمر فى النمو الخضرى ثم تتكون الأزهار وتعقد الثمار فى معظم النباتات . وخلال فترة النمو حتى الحصاد أو الجمع تجرى على النباتات عدة عمليات زراعية من رى وعزيق وتسميد ومقاومة آفات ، وأخيرا عند تمام النضج تجرى عمليات الحصاد أو الجمع . وأثناء العمليات الزراعية المختلفة والتى تجرى أساسا لصالح الإنتاج ، قد تحدث تلوثات للمزروعات يتسبب عن بعضها حدوث أضرار بصحة المستهلك للمنتج النباتى الغذائى تتدرج من أضرار بسيطة على الصحة إلى حدوث تسمم قد يؤدى إلى الموت .

إن معظم التلوثات التى تحدث للمنتج الغذائى تنتج من تلوثات العوامل البيئية المحيطة بالمزروعات ، أى من تلوثات الماء والهواء والتربة ، والتى تنتقل منها إلى المنتج الغذائى فتلوثه سطحيا ، وقد يمتص بعضها فيصل التلوث بها إلى الأنسجة

الداخلية ، من هنا نجد أن هذه الملوثات بالجو والماء تزداد بالتربة وبالمزروعات فى المناطق الصناعية وتقل كثيرا فى المناطق الريفية البعيدة عن الصناعات ، كما تزداد فى الزراعات القريبة من الطرق الرئيسية التى تجرى عليها السيارات والشاحنات• ومن أهم الملوثات التى تنتقل من جو المصانع ومن عوادم السيارات المركبات الهيدروكربونية العطرية المتعددة الحلقات والتى يعتبر معظمها من المسرطنات• بعض هذا التلوث يكون سطحيا ويمكن إزالته بالغسيل• فى دراسة بألمانيا وجد أن حوالى 10 إلى 20 % من مجمل تلوث ثمار التفاح بهذه المركبات يوجد داخليا بأنسجة الثمار• يختلف مدى التلوث الداخلى فى المزروعات من محصول إلى آخر فى نفس المنطقة فكان التلوث أكثر وضوحا فى نباتات الخس مقارنة بغيرها من المحاصيل حيث وصل التلوث بمركب بنزوبيرين benzopyrene إلى 150 ميكروجرام / كيلوجرام فى المناطق الصناعية و 23 ميكروجرام / كجم فى الأرياف ، فى حين كان معدل التلوث بهذا المركب المسرطن فى محاصيل الحبوب 2.2 ميكروجرام / كجم فى المناطق الصناعية ، و 0.37 ميكروجرام / كجم فى الأرياف• من ذلك يمكن إعتبار أن تلوث الجو والتربة يعطى دليلا على مدى تلوث المحاصيل•

الـــــرى

تروى التربة الزراعية خلال فترة تجهيزها للزراعة وقبل وضع التقاوى بها• وقد تزرع الأرض فى تربة جافة ثم تروى رية الزراعة• وتعمل رطوبة التربة على تنبيه التقاوى للإنبات ، ثم تروى النباتات الناتجة عدة ريات خلال موسم النمو ، وتختلف عدد الريات حسب المحصول المنزرع والظروف الجوية السائدة• أما فى الأراضى التى تعتمد زراعاتها على الأمطار ، فتزرع التقاوى وتترك تحت رحمة الظروف الجوية•

يعمل ماء الرى أو ماء المطر على إذابة مغذيات النبات الموجودة طبيعيا فى التربة أو المضافة إلى التربة فى صورة أسمدة طبيعية أو صناعية• ومن محلول التربة المائى تستطيع النباتات النامية الحصول على متطلباتها الغذائية بواسطة

شعيرات النباتات الجذرية. لا يحمل الماء الأرضى الممتص معه مغذيات النبات فقط ، بل كثيرا ما يحمل معه أيضا مواد أخرى غير مغذية سبق ذوبانها فى ماء التربة ، قد تكون ذات أضرار على النباتات ، وقد يصل بعضها إلى المنتج الغذائى ويكون ضارا بصحة الإنسان.

تعمل مياه التربة على تنشيط كثير من أحياء التربة كالفطريات والبكتريات والحيوانات الأولية والديدان النيماتودية. بعض هذه الأحياء قد تهاجم المزروعات مسببة لها أمراضا طفيلية ، والبعض قد يحمل على الأجزاء النباتية الغذائية ويكون ذو تأثير ضار على صحة الإنسان المستهلك للمنتج الغذائى. وتظهر الآثار الضارة بالإنسان عند التغذية على الخضروات الورقية الملوثة بالكائنات الحية الممرضة والتى تؤكل طازجة كالفجل والجرجير والخس والبقدونس والكرفس ، وكذلك الثمار التى تنمو قريبا من سطح التربة كثمار الفراولة والخيار والطماطم. ويزداد تلوث المنتج الغذائى عندما يكون ماء الرى ملوثا كأن يكون مختلطا بمياه صرف ، فكثيرا ما نضطر عندما يكون ماء الرى شحيحا ، إلى خلط مياه الرى بمياه صرف زراعى. وفى كثير من الأحيان تصب بعض المصانع مياهها فى مجارى المياه المستخدمة فى الرى ، وفى أحيان أخرى تصل مياه الصرف الصحى إلى الماء الجارى ، إما مباشرة بالصب فيه أو عن طريق الرشح ، فيحدث تلوث شديد للمياه كيميائيا وبيولوجيا. وتعتبر الفوسفات من أهم الملوثات الكيميائية للصرف الصحى والتى تصل إليها عن طريق المنظفات الصناعية المستخدمة حاليا على نطاق واسع فى المنازل والمطاعم والمقاهى والفنادق وأماكن غسيل السيارات ، وكذلك من الصرف الزراعى الناتج عن التسميد الفوسفاتى الزائد. ينتقل هذا التلوث الواصل إلى مياه الرى ، إلى المزروعات ، ومن ثم إلى المنتج الغذائى ، أو تصلنا الملوثات مع المياه المستخدمة للشرب أو لتجهيز الطعام.

تشتمل ملوثات ماء الرى على العديد من العناصر الثقيلة والتى تشمل الحديد والنحاس والزنك والمنجنيز والكادميوم والكروم والرصاص والزرنيخ والزئبق ، وجميعها إن زادت عن الحدود المسموح بها تصبح ضارة بالصحة ، وتظهر تأثيراتها الضارة على الكلى والكبد بصفة خاصة. يؤدى سقوط الأمطار الحامضية

والتى تنتج عن تلوث الهواء الجوى إلى ذوبان كثير من أملاح تلك المعادن ، وبالتالى إلى سهولة امتصاص المزروعات لها. وتزداد الملوثات تواجدا بأنسجة النباتات المنزرعة عندما تكون المزروعات قريبة من المصانع أو من الطرقات العامة التى يكثر بها وسائل النقل الميكانيكية ، حيث تتأثر الزراعات بعوادم المصانع والسيارات التى تحمل معها إلى التربة وإلى الجو المحيط بالمزروعات. الكثير من الملوثات تدخل أنسجة النباتات عن طريق. مياه الرى او تلوثه خارجيا. التلوث السطحى يمكن التخلص من معظمه بالغسيل الجيد للمنتج النباتى الغذائى ، أما التلوث الداخلى للمنتج الغذائى فلا مفر من أن يدخل إلى جوف المتغذى.

أهم الملوثات الكيميائية التى تحدث للزراعات القريبة من الطرقات العامة هو الرصاص المضاف إلى وقود السيارات فى صورة مركب رابع إيثيل الرصاص ورابع ميثيل الرصاص لتحسين خواص إحتراقه. وللرصاص عدة تأثيرات ضارة على صحة الإنسان. التأثير الأول ينتج عن دخوله إلى العظام حيث يحل محل الكالسيوم ، مكونا فوسفات رصاص بدلا من فوسفات الكالسيوم ، وقد يكون ذلك سببا فى الإصابة بمرض هشاشة العظام أو مقدمة لحدوث سرطان العظام. التأثير الثانى للرصاص يحدث للجهاز العصبى المركزى والمحيطى ، وتظهر أعراضه على الإنسان فى صورة شعور بالإرهاق والخمول والهزال وتوتر زائد مصحوب بإلتهاب فى الأعصاب. وفى الأطفال يتسبب عن زيادة الرصاص بالجسم حدوث بلاهة وتخلف عقلى نتيجة لوصول الرصاص إلى خلايا المخ. ومن آثار الرصاص الضارة الأخرى حدوث إلتهاب كبدى قد يتطور إلى تليف كبدى ودوالى فى المرىء، وقد تصاب الكلى بإلتهابات مزمنة قد يؤدى إلى فشل كلوى. وقد ثبت أن الحد الأقصى الذى لا يجب تجاوزه مع مياه الشرب 0.05 ملليجرام رصاص لكل لتر.

وعموما فإن المعادن الثقيلة الأخرى والتى قد تصل إلينا مع المنتج النباتى الغذائى الناتج من أرض محتوية على معدلات مرتفعة منها ، أو مروية بمياه مختلط بها صرف صناعى أو صرف صحى ، أو مع مياه شرب ملوثة بها ، تؤثر تأثيرا ضارا على جسم الإنسان إن زاد ما يصله منها عن الحدود المسموح بها من كل عنصر ، وفيما يلى نذكر بعض الأضرار الناتجة عن معادن ثقيلة أخرى.

الزرنيخ ينتقل من الجهاز الهضمى عن طريق الدورة الدموية إلى أنسجة الجسم المختلفة ويتجمع غالبا فى الكبد والكلى والطحال والجلد والشعر والأظافر ، وقد يصل إلى البنكرياس والغدة الدرقية. يحدث الزرنيخ إضطرابات فى الجهاز العصبى ، كما يحدث ضعف عضلى عام وأنيميا وفقدان للشهية و صداع وغثيان وقىء ، كما قد يتسبب فى إرتفاع ضغط الدم ، وفى حدوث إلتهابات جلدية. يساعد الزرنيخ على إحداث سرطانات جلدية وكبدية. يتخلص الجسم من بعض ما يصله من الزرنيخ عن طريق البول والشعر والأظافر. الكمية المسموح بها من الزرنيخ تقدر بحوالى 0.05 ملليجرام لكل لتر من مياه الشرب.

يحدث النحاس أضرارا للإنسان عند وصول تركيزه بالجسم لدرجة أعلى من المسموح بها ، ويظهر ذلك على القدرة التنفسية لهيموجلوبين الدم ، نظرا لاتحاده مع الهيموجلوبين مضعفا من قدرته على حمل الأكسوجين إلى أنسجة الجسم والتخلص من ثانى أكسيد الكربون. الكمية المسموح بها من النحاس فى مياه الشرب تقدر بواحد ملليجرام لكل لتر.

يمتص الكادميوم بسهولة عن طريق الجهاز الهضمى ، وينتقل خلال الدورة الدموية إلى أنسجة الجسم المختلفة ، ثم يتركز فى الكلى والكبد. وللكادميوم تأثير تراكمى حيث يصعب التخلص مما يصل منه إلى أنسجة الجسم ، ويتسبب عن تراكم الكادميوم بالكلى حدوث إضطرابات فى وظائف الكلى وتكوين حصوات قد ينتج عنها فشل كلوى أو قد تؤدى إلى حدوث سرطان فى البروستاتا . أقصى كمية يمكن أن يتحملها الشخص من مصادره المختلفة 0.4 - 0.5 ملليجرام كادميوم أسبوعيا ، والحد الأقصى المسموح منه فى مياه الشرب 0.05 ملليجرام / لتر.

يضر الحديد الزائد عن الحد بكرات الدم البيضاء مما يتسبب فى ترسيب وتأكسد الدهون وإحتمالات الإصابة بتصلب الشرايين. الحد الأقصى المسموح به من الحديد فى مياه الشرب 0.3 ملليجرام / لتر.

يعتبر الزئبق من العناصر الشديدة الخطورة ، فأملاحه شديدة السمية وتصل إلى التربة عن طريق الصرف الصناعي. تتضح شدة سمية الزئبق مما حدث في اليابان سنة 1956 من تسمم للأسماك في خليج ميناماتا نتيجة إلقاء مخلفات إحدى صناعات البلاستيك والمحتوية على أملاح الزئبق والتي تحولت بفعل أنواع من البكتريا إلى ميثيل الزئبق ، وقد أدى ذلك إلى حدوث تسمم للأسماك ، وإنتقل هذا التسمم إلى الأهالي الذين يعتمدون في تغذيتهم على أسماك الخليج ، فظهر على المصابين تنميل بالأطراف واللسان والشفاه ، وأضيرت المراكز العصبية والأبصار، صاحبه حدوث شلل تشنجي ، ويعرف هذا التسمم بمرض ميناماتا . ينتقل التلوث بالزئبق من الأمهات الحوامل إلى أجنتها التي قد تصاب بتلف في المخ. الحد الأقصى المسموح به 5 ميكروجرام زئبق أسبوعياً لكل كيلو جرام من وزن الجسم.

العزيـــــق

تجرى عمليات عزيق للتربة الزراعية بغرض تفتيت حبيبات التربة لتسهيل إنبات التقاوى وإنتشار الجذور بين حبيبات التربة وإزالة الحشائش الضارة والمنافسة في نموها للمزروعات ، وتوزيع الأسمدة المضافة بالتربة.

يجرى العزيق عند تجهيز التربة للزراعة ، ثم تجرى أكثر من مرة أثناء نمو بعض المحاصيل وبصفة خاصة محاصيل الخضر والفاكهة. العزيق قد يتم يدوياً بإستخدام الفأس وذلك في المساحات الصغيرة ، وتجرى آليا في المساحات الكبيرة بإستخدام آلات الحراثة والعزيق. أثناء عزيق التربة المنزرعة كثيرا ما يحدث تجريح للنباتات النامية ، وقد يتسبب عن ذلك سهولة دخول بعض الطفيليات في الشقوق النباتية التي حدثت من الجروح ، ومن هذه الطفيليات ما قد يتمكن من إختراق أنسجة النباتات والتوغل بها. إذا كانت الطفيليات المهاجمة من الأنواع المسببة للأمراض النباتية ، وكان النبات المنزرع من عوائلها ، فإن أضرارها تحدث للمزروعات وينتج عن ذلك إصابات مرضية أو حشرية أو نيماتودية. أما إذا كانت الطفيليات الملوثة للجروح من الأنواع التي تصيب الإنسان ، فإنها قد تسكن

بالجروح وتستمر هذه الطفيليات ساكنة بالنباتات خلال فترة نموها ، وقد تظهر على المحصول الغذائى الناتج ، ويكون الضرر أكثر وضوحا على المتغذى إذا كان الجزء الذى يؤكل ناميا تحت سطح التربة كما فى حالة جذور الفجل واللفت والبطاطا والبنجر ودرنات البطاطس والبصل والثوم. وكثيرا ما تتلوث الجروح ببعض كيماويات التربة وخاصة الناتجة عن التسميد الزائد وبالمبيدات الناتجة عن معاملات التقاوى ورش أو تعفير المزروعات ، أو بإستخدام مياه رى إختلطت بمياه صرف صناعى أو صحى. كل هذه التلوثات تضر بالمستهلك ، لهذا وجب العناية بعمليات العزيق التى تجرى أثناء نمو المزروعات ، كما يجب العناية بغسيل المنتج الغذائى جيدا بمياه نظيفة قبل أكله.

التسميـــــد

إزداد الطلب على الغذاء نظرا للزيادة المطردة السريعة فى أعداد سكان الكرة الأرضية الذين تضاعفت أعدادهم خلال ما يقل عن ثلاثين عاما. ونظرا لمحدودية الأماكن الصالحة للزراعة مستقبلا ولإنتاج ما يكفى لإشباع السكان الحاليين وللزيادة فى أعدادهم المتوقعة كان من المحتم البحث عن وسائل تمكننا من زيادة إنتاجية الأرض من الأغذية المطلوبة. لم يكن ذلك ممكنا إلا بطرق التربية والتحسين الوراثى للمحاصيل المرغوبة لرفع إنتاجيتها ، وبزيادة إستخدام الأسمدة فى المزروعات لتشجيع نمو النباتات بتوفير احتياجاتها الغذائية مما سيؤدى إلى زيادة المحصول الناتج. ومن جهة أخرى فإن الزيادة فى النمو الخضرى الناتج عن زيادة التسميد وبخاصة النتروجينى منه ، سوف يساعد فى إنتشار الآفات الزراعية مما يتطلب معه توسع كبير فى إستخدام المبيدات فى مقاومة تلك الآفات.

تعطى الأسمدة لإستكمال النقص فى متطلبات النباتات الغذائية مما لا يتوفر وجوده بالتربة فى صورة قابلة لإستخدام المزروعات. تحصل النباتات على غذائها أولا من غاز ثانى أكسيد الكربون المتوفر بالهواء الجوى ، ومن الماء الذى تحصل عليه النباتات من التربة ومن بخار الماء بالجو ، لتكون النباتات منهما بالإشتراك مع طاقة تستمد من ضوء الشمس وبمساعدة مادة الكلوروفيل النباتى والموجودة

بالبلاستيدات الخضراء ، مركبا عضويا أوليا يتكون منه السكريات والدهون ، ومن ذلك تكون النباتات قد إستوفت إحتياجاتها من عناصر الكربون والأيدروجين والأكسوجين. تستكمل النباتات تغذيتها من أملاح التربة وما يضاف إليها من نقص فى صورة أسمدة عضوية وغير عضوية والتى تمتصها النباتات بعد ذوبانها فى الماء عن طريق شعيراتها الجذرية.

العناصر الرئيسية الأخرى التى تحتاج إليها المزروعات ، خلال فترات نموها وإثمارها ، بكميات كبيرة قد تعجز التربة عن توفيرها ، تشمل عناصر النتروجين والفسفور والبوتاسيوم ، وهذه العناصر يلزم إضافتها للتربة فى صورة أملاح تحتوى عليها. إضافة إلى العناصر الثلاثة السابقة يجب توفير عناصر أخرى بكميات أقل وهى الكالسيوم والمغنسيوم والكبريت. وتحتاج النباتات إلى عناصر أخرى بكميات ضئيلة وتعرف بالعناصر النادرة والتى غالبا ما تكون متوفرة بالتربة أو توجد فى صورة شوائب ضمن الأسمدة المضافة ، وخاصة فى حالات إستخدام أسمدة عضوية طبيعية ، وتشمل العناصر النادرة الحديد والمنجنيز والزنك والبورون والألومنيوم والسليكون والكلور والنحاس والموليبدينم.

من المؤكد أن الأسمدة المضافة إلى التربة الزراعية تزيد فى نمو المزروعات وتحسنها ، كما تزيد من المحصول الناتج كما ونوعا ، ولكننا كثيرا ما نجد أن الأسمدة ، وخاصة غير العضوية إذا ما زادت عن قدرة النباتات على الاستفادة منها تصبح ذات تأثيرات ضارة على البيئة عاما بعد عام ، وكذلك فإن آثار ذلك تظهر على المستهلك لتلك المحاصيل ، ويهمنا فى هذا المجال التعرف على الآثار الضارة للأسمدة على صحة الإنسان المتغذى على المحاصيل المعاملة أو الشارب لمياه تلوثت بها.

التسميد النتروجينى : يوجد النتروجين بالأسمدة فى صور أملاح مختلفة ، منها أملاح نترات مثل نترات الصوديوم ونترات البوتاسيوم ، ومنها أملاح الأمونيوم مثل كبريتات الأمونيوم ونترات الأمونيوم ، والملح الأخير يحتوى على النتروجين فى كل من شقيه الحامضى وهو النترات والقاعدى وهو الأمونيوم ، ومنها اليوريا.

فى حالة التسميد النتراتى نجد أن النتراتات قد تختزل فى التربة ، بفعل أنواع من كائنات التربة الدقيقة ، إلى نتريتات شديدة الضرر على الانسان . وعادة ما تسمد التربة بالأسمدة النتروجينية على دفعات خلال موسم النمو .

إذا زاد التسميد النتروجينى عن قدرة النباتات النامية على الإستفادة منها فإن النباتات تستوفى متطلباتها الغذائية من السماد المضاف ، تاركة الباقى بالتربة . وقد قدر أن ما يتبقى من الأسمدة النتروجينية فى التربة يصل إلى 15- 20 % من الأسمدة المستخدمة على مستوى الكرة الأرضية . الأسمدة الزائدة تذهب مع مياه الرى أو مع مياه الأمطار المتساقطة إلى المياه الجوفية ومنها إلى موارد المياه الأخرى من آبار ومصارف زراعية وأنهار وبحيرات ، وكثيراً ما تكون تلك الموارد المائية مصادراً لمياه شرب ، فنشرب حينئذ ماءاً ملوثاً بالأملاح النتروجينية وخاصة النتراتية أو النتريتية . ويقدر ما يصل إلى جوف الإنسان من تلك الأملاح بحوالى 50 ملليجرام يوميا .

كثيراً ما تؤدى زيادة أملاح النتروجين التى تمتصها جذور النباتات النامية إلى تراكم بعض هذه الأملاح فى أنسجة النبات ، بدلاً من أن تقوم النباتات بالاستفادة مما تحتويه من عنصر النتروجين فى تكوين أحماض أمينية تدخل فى تكوين مركبات بروتينية . ومن النباتات الغذائية التى تحتفظ بكميات كبيرة من هذه الأملاح عند التسميد النتروجينى الزائد ، الفجل والبنجر والخس والكرفس . وقد يحدث إختزال لأيون النترات داخل أنسجة النبات متحولاً إلى أيون نتريت سام للإنسان ، وحتى إذا وصلت تلك الأملاح فى صورة نتراتات إلى جوف الإنسان فإنها قد تختزل بفعل بعض أنواع البكتيريا المستوطنة للجهاز الهضمى إلى نتريتات ، ويحدث ذلك فى المعدة عند حدوث نمو بكتيرى زائد على مخاطية الطبقة الطلائية ، وقد يؤدى ذلك إلى تكوين مواد نتروأمينية nitrosamines مسرطنة ، وتنتج النتروأمينات عند حدوث تفاعل بين الأمينات والنتريتات فى بيئة حامضية .

$$H_2O + \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix} \!\!>\!\! N - NO \xleftarrow{^{+}H \quad ^{-}NO_2} \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix} \!\!>\!\! NH$$

هذا وسوف نتحدث عن أضرار أملاح النتراتات والنتريتات على الإنسان عند حديثنا عن المواد الحافظة.

التسميد الفوسفاتى : يوجد الفسفور بالأسمدة العضوية وغير العضوية فى صورة أملاح فوسفات الكالسيوم عادة. معظم أنواع الفوسفاتات لا تقبل الذوبان فى الماء ، إلا أن حموضة الماء التى قد تنتج عن سقوط أمطار حامضية أو نتيجة لعوامل بيولوجية فى التربة تؤدى إلى حدوث إذابات جزئية لأملاح الفوسفات تمكن المزروعات من الاستفادة منها. وتعتبر أملاح الفوسفات من الملوثات الهامة للمياه الجارية ، ودليل وجودها فى المياه هو النمو الكثيف لبعض أعشاب الماء. وإلى التسميد الفوسفاتى الزائد عن حاجة النبات ، يرجع وجود الفوسفاتات فى المياه الجوفية ، ومن ثم ينتقل هذا التلوث ثانية إلى المياه الجارية. لهذا فإن الحصول على مياه للشرب أو لتجهيز الطعام من هذه المياه يمثل خطورة على صحة الإنسان لما لهذه المواد من تأثيرات سامة. وقد لوحظ أن زيادة أملاح الفوسفات بالتربة تؤدى إلى زيادة تركيز عنصر الكادميوم فى المنتج النباتى ، وعند تغذية الإنسان على هذا المنتج النباتى نجد أن الكادميوم يزداد تركيزا فى أكباد وكلى الإنسان المتغذى عليه.

شوائب الأسمدة : لا تقتصر أضرار الأسمدة الكيميائية عند إضافتها للتربة بكميات تفوق قدرة النباتات على إستيعابها ، على تأثير مكوناتها الأساسية على صحة الإنسان عند تغذيته على منتجات زراعة الأراضى المسمدة بها ، بل ترجع أيضا إلى ما تحمله هذه الأسمدة معها من شوائب ، قد تشتمل على بعض العناصر الثقيلة الضارة بالإنسان ، ومن أمثلة ذلك عناصر الحديد والنحاس والزنك والمنجنيز والكروم والرصاص والكادميوم ، والتى تتركز فى التربة عاما بعد آخر ، ومنها تجد طريقها إلى النباتات المنزرعة خلال موسم التسميد والمواسم التالية.

وعموما فإن المواد السمادية سواء كانت نتروجينية أو فوسفاتية ، أو ما يحمل مع الأسمدة من شوائب تزيد عن حاجة النباتات المنزرعة ، تمثل خطورة على صحة الإنسان إذا ما وصلته مع الغذاء أو مع مياه الشرب ، لهذا فإنه للوقاية من

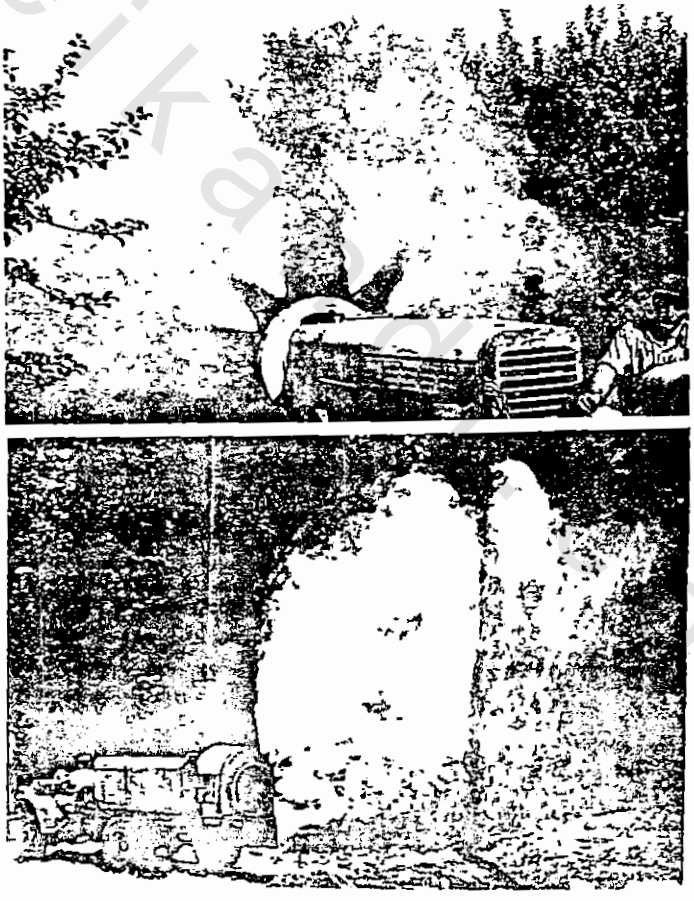
وصول الأملاح السمادية أو العناصر الثقيلة المحمولة معها إلى جوف الإنسان يجب ان تعطى تلك الأسمدة بالقدر المطلوب فقط دون أية مبالغة.

المكافحة الكيميائية للآفات الزراعية

أدى التوسع فى إستخدام الأسمدة الكيميائية وخاصة النتروجينية منها لمواجهة الطلب المتزايد على الغذاء ، إلى زيادة كثافة النمو الخضرى للمزروعات وزيادة قابلية النباتات للإصابة بالآفات ومسببات الأمراض ، مما إضطر معه المزارعون إلى التوسع فى إستخدام المبيدات لمكافحة الآفات.

تتم مكافحة مختلف الآفات الزراعية خلال الموسم الزراعى بوسائل كيميائية أو طبيعية أو بيولوجية ، ويستسهل معظم الزراع إتباع وسائل المقاومة الكيميائية لهذه الأغراض ، أى بإستخدام المبيدات لمفعولها السريع الفعال ضد الآفة أو المرض المراد مكافحته ، ويمكنهم بذلك الحصول على محصول وفير مقبول فى مظهره لدى المستهلك دون أن يدرى المستهلك أن المنتج النباتى الغذائى قد سبق وعومل بمواد ضارة بصحته وقد تكون سامة. المبيدات هى مواد كيميائية مصنعة عادة ، توقف نشاط الطفيليات أو تقتلها ، وتستخدم لحماية أو معالجة المزروعات ضد ما يصيبها من مسببات مرضية أو آفات أخرى. وقد عرفت المبيدات وإستخداماتها لمكافحة الآفات على نطاق واسع فى النصف الثانى من القرن الماضى. وتستخدم المبيدات فى مكافحة الآفات الزراعية والمنزلية ولحماية المنسوجات والأخشاب وغيرها ، إلا أن معظم الإنتاج العالمى منه يتجه حاليا إلى الزراعة. يبدأ إستخدام المبيدات فى الزراعة قبل وضع التقاوى فى التربة ، حيث تعامل التقاوى عادة بالمبيدات التى تعمل على وقاية التقاوى خلال فترة الإنبات ، وقد إستخدمت لهذا الغرض مبيدات ربيبة شديدة السمية على الإنسان و حيوانات والطيور ، لهذا فقد منع استخدامها فى كثير من الدول لما نتج عن التغذية الخاطئة بالتقاوى المعاملة فى بعض الحالات من حوادث خطيرة. وقد تعامل التربة قبل الزراعة أو بعد الجمع بمبيدات لمكافحة النيماتودا والحشرات وغيرها من آفات التربة ، الكثير منها يتسامى أو يتبخر فى

فراغات التربة فيقتل ما بها من آفات ، وهى مبيدات ضارة بمختلف الأحياء حتى النباتات ، لهذا فإن الزراعة لا تتم إلا بعد أن يزول أثرها الضار، ومن الطبيعى أن تصل تلك المبيدات إلى مياه التربة الجوفية. أثناء نمو المزروعات تعامل بالمبيدات رشا أو تعفيرا. إن إستخدام المبيدات بطريقة الرش هو المتبع فى أغلب الأحيان ، وقد يتم الرش بالطائرات أو بالأجهزة الأرضية. تتسبب عمليات الرش فى تلويث الهواء والتربة والماء ، إضافة إلى المزروعات التى يركز الرش عليها. ومن أى من الأوساط الملوثة فإن المبيد قد يصل إلى الإنسان عن طريق التغذية على المنتج



شكل 2 رش المبيدات على محاصيل الغذاء أثناء الإنتاج

النباتى أو الشرب من مياه تلوثت به. لهذا كان من الواجب الإمتناع عن إستخدام المبيدات وإستبدالها بوسائل أخرى طبيعية أو بيولوجية ، وللضرورة القصوى تستخدم أقل المبيدات ضررا على الإنسان وأقلها ثباتا فى البيئة وبأقل الكميات الممكنة ، وعدم جمع المحصول الغذائى قبل انقضاء فترة الأمان للمبيد المستخدم.

تتساقط من المبيدات المرشوشة ما يزيد عن 15 % منها على التربة ، ويتطاير جزء آخر منها مع الهواء إلى أماكن أخرى ، ولهذا يمكن اعتبار أن بقايا المبيدات المتساقطة على التربة أو المحمولة بالهواء أو ما يصل منها إلى أسطح المياه هى من ملوثات البيئة. بعض المبيدات المستخدمة فى الزراعة تلوث المزروعات سطحيا ، أى أنها لا تمتص ولا تصل إلى أنسجة النبات الداخلية ، فهى تثبط أو تقتل الطفيليات التى تعيش على أسطح النباتات وتحمى الأسطح من حدوث إصابات جديدة ، فإذا ما وصلت تلك المبيدات إلى المنتج النباتى الغذائى يمكن للمستهلك التخلص من بقاياها بالغسيل الجيد. والبعض الآخر من المبيدات يمكن للنباتات امتصاصه عن طريق الجذور إذا ما عوملت بها التربة أو التقاوى ، أو عن طريق أسطح النبات الخضرية إذا ما رشت بها ، وسواء كان الإمتصاص عن طريق الجذور أو من الأسطح الخضرية فإن المبيد يسرى فى أنسجة النبات دون أن يفقد تأثيره الإبادى ، وتعرف هذه المبيدات بالمبيدات الجهازية. وكثيرا ما تصل المبيدات الجهازية إلى أجزاء النبات التى تؤكل ولا يفيد الغسيل فى الخلاص منها. فإذا كان المتغذى إنسانا إنتقل المبيد إليه ، وإذا كان المرشوش علفا إنتقل المبيد إلى الحيوانات المتغذية ومنه إلى لحومها وألبانها أو بيضها ، ثم يصل بعد ذلك إلى الإنسان.

تعتبر المبيدات من الملوثات الكيميائية الشديدة الخطورة على الأوساط البيئية، وتقع أضرارها على الطفيليات المرغوب القضاء عليها ، وفى نفس الوقت فإنها كثيرا ما تظهر أضرارها على أحياء أخرى قد تكون نافعة للإنسان ، وغالبا ما تضر بالإنسان المتغذى على النبات المعامل بالمبيد. فى تقرير لمنظمة الصحة العالمية WHO ، قدر أن حوالى مليون شخص على مستوى العالم يضارون سنويا من المبيدات وأن حوالى عشرين ألفا منهم يلقون حتفهم لهذا السبب. وتختلف التأثيرات الضارة التى تنتج عن وصول المبيدات الى جوف الإنسان عند التغذية على منتجات

غذائية تحتوى على تلك المبيدات. وعموما فقد ثبتت وجود علاقات قوية بين المبيدات وحدوث إصابات للكبد والكلى وإصابات سرطانية : كما وجدت بقايا مبيدات فى العظام والأنسجة والدم والأجنة فى بطون أمهاتهم. ويمكن تقسيم المبيدات فى ضوء ما تحدثه من أضرار إلى الآتى :

1 - مبيدات شديدة السمية وشديدة الثبات ، وتشمل مركبات الزئبق المستخدمة فى معاملة التقاوى ضد الأمراض والحشرات الضارة، ومركبات الزرنيخ المستخدمة فى مكافحة الحشرات ومنها زرنيخات الكالسيوم وزرنيخات الرصاص. وتعزى سمية أملاح الزرنيخ إلى إنفراد حمض الزرنيخوز $H_3\ As\ O_3$ أو حمض الزرنيخيك $H_3\ As\ O_4$ ، خلال مرورها بالجهاز الهضمى. وتظهر أعراض السمية على الإنسان فى حدوث حرقة بالمرىء وتقلصات عنيفة بالمعدة وقىء وإسهال وبول دموى وإنخفاض فى درجة حرارة الجسم وهبوط فى ضغط الدم ، وكثيرا ما يؤدى ذلك إلى الموت. ومن هذه المبيدات مبيد القوارض فوسفيد الزنك الذى يتفاعل مع حامض المعدة مكونا غاز الفوسفين السام.

2 - مبيدات شديدة السمية ولكنها متوسطة الثبات فى البيئة ، أى أنها تتحلل بعد فترة وتفقد سميتها وتتراوح هذه الفترة من شهر إلى 18 شهر، ومنها المبيدات الفوسفورية العضوية organophosphates والتى تشمل مبيدات الباراثيون parathion ودايكلوروفوس dichlorovos ، ومنها المبيدات الكارباماتية carbamates ، ومنها المبيدين سفين sevin وبايجون baygon. وتدخل هذه المركبات إلى جسم الإنسان عن طريق الشراب أو الغذاء الملوثين ، وتعمل على تثبيط أنزيم خلات الكولين إستريز acetyl cholinesterase الذى يفرز عند نهايات الأعصاب ويقوم بتحليل خلات الكولين إلى كولين وحمض خليك.

وفى وجود هذه المبيدات يفقد الأنزيم قدرته على تحليل خلات الكولين فينتج عن ذلك تجمع هذا المركب مسببا حدوث تشنجات وإنقباضات ورعشة بالعضلات وآلام بالبطن ، كما قد تحدث إنقباضات فى عضلات الشعب الهوائية وزيادة فى إفرازاتها المخاطية تتسبب فى حدوث ضيق فى التنفس. وقد يتسبب التسمم بالمبيدات فى

ضيق حدقة العين وبطىء فى ضربات القلب قد تنتهى بالموت • وقد تحدث طفرات وراثية تؤدى إلى حدوث تشوهات جنينية أو ظهور أمراض سرطانية •

ومن المبيدات شديدة السمية المتوسطة الثبات مانعات التجلط والمستخدمة فى مقاومة الفئران وتشمل مشتقات الكومارين coumarins والوارفارين warfarin وهى تتسبب فى حدوث سيولة فى دم الفئران ونزيف داخلى وذلك من خلال تأثيرها على بعض عوامل التجلط مثل البروثرومبين prothrombin ، وتحدث هذه المبيدات للإنسان ، إذا ما وصلت إلى جوفه ، نزيف فى الأنف واللثة وتحت الجلد ، كما تتسبب فى ظهور بول دموى وأورام دموية •

3 - مبيدات لا تظهر أضرارها على الإنسان إلا بعد مرور زمن طويل من التغذية على أغذية ملوثة بها ، فهى مبيدات ذات تأثير تراكمى ، تذوب فى الدهون ويصعب على الجسم التخلص منها ، ويخزنها الجسم فى مناطق تكثف الدهون وتحت الجلد ، وتظهر أضرارها عندما تصل كمياتها بالجسم إلى مستوى مرتفع • من هذه المبيدات المركبات الهيدروكربونية المكلورة chlorinated hydrocarbons وتشمل مبيدات الحشرات DDT وإندرين endrin وألدرين aldrin وديلدرين dieldrin وكلوردين chlordane وجامسكان gamaxane ، كما تشمل مبيدى الحشائش 2.4-D و 2,4,5-T وجميعها مركبات شديدة الثبات •

تتراكم هذه المبيدات فى دهون جسم الإنسان وفى أنسجة الكبد ، وقد تصل إلى المخ وعندما يصل التركيز إلى الدرجة الممرضة تظهر أضرارها على الجهاز العصبى المركزى وعلى الكبد والكلى ، فيحدث غثيان وقىء وإسهال ، وكثيراً ما تؤدى الإصابة إلى ظهور أمراض سرطانية • تنتقل هذه المبيدات من الأم إلى رضيعها عن طريق الرضاعة • فى دراسة بجواتيمالا وجد أن متوسط وجود مركب DDT فى ألبان الأمهات تراوح ما بين 1 11 إلى 06 3 جزء فى المليون ووصل فى بعض الحالات إلى 2 12 جزء من المليون ، وهو ما يمثل زيادة عن المسموح به قدر بحوالى 6 إلى 66 ضعف المسموح ، وعزى ذلك إلى الاستخدام الزائد لمركب DDT فى مقاومة الحشرات المزرعية • هذا التلوث الشديد فى ألبان

الأمهات والذى إنتقل إليهن من المزروعات ، سينتقل منهن إلى أطفالهن بالرضاعة. كذلك فقد ثبت انتقال هذه المبيدات من الدواجن إلى بيضها. ولخطورة هذه المبيدات فقد منعت معظم الدول إستخداماتها ، إلا أن البعض ما زالوا يستخدمونها فى الدول النامية وخاصة بالنسبة لمقاومة حشرة النمل الأبيض فى الاخشاب وذلك باستخدام مركب هبتاكلور heptachlor .

4 - مبيدات قليلة السمية سريعة التحلل وتقدر مدة بقائها من أسبوع إلى ثلاثة أشهر ، مثل معظم المبيدات الفطرية العضوية وبعض المركبات الفوسفورية العضوية مثل المالثيون.

وفقا لوضع المبيدات بالنسبة للسمية ودرجة الثبات فإنه يجب تحديد فترة زمنية بين آخر رشة للمبيد ووقت حصاد وتسويق المنتج المستخدم للغذاء، وقد قدرت هذه الفترة بأسبوع إلى ثلاثة أسابيع بالنسبة للمركبات سريعة التحلل ، وأن تتراوح هذه الفترة بين شهرين إلى ثلاثة أشهر بالنسبة للمركبات الشديدة الثبات. ويفضل عدم إستخدام المركبات ذات الأثر التراكمى بتاتا على المحاصيل الغذائية.

فى السنين الأخيرة إزداد الإهتمام بإنتاج بعض محاصيل الخضر مثل الخيار والطماطم والخس والكوسة والفراولة داخل بيوت محمية (صوب) ، وذلك للحصول على محصول وفير فى أوقات يصعب فيها إنتاج تلك الخضروات تحت ظروف الجو الطبيعية ، وللأسف فإن ظروف بيئة الصوب من حيث درجات حرارتها المرتفعة وكذلك رطوبتها العالية تساعد على حدوث إصابات مرضية وحشرية ونيماتودية مزعجة ، مما يتطلب استخدام المبيدات للمكافحة بتركيزات عالية وعلى فترات متقاربة قد تصل إلى 5 – 7 أيام بين الرشة والأخرى ، أى أن المحاصيل الناتجة تجمع قبل نهاية فترة الأمان ، وسوف يسوق المحصول محملا بالمبيدات وهى على حالتها الأصلية ، كما أن استخدام طريقة الرى بالتنقيط فى الزراعات المحمية ينتج عنه تجمع المبيدات المستخدمة بالتربة وصعوبة صرفها مما يزيد من فرص إمتصاص النبات لها. وللأسف فإن الإقبال على منتجات البيوت

المحمية يكون أكثر من المنتجات المثيلة والمنزرعة تحت الظروف الطبيعية رغم شدة تلوثها بالمبيدات وإرتفاع أثمانها.

الحصاد والجمع

أكملت النباتات المنزرعة للحصول على الغذاء نموها.. وواصلت منتجاتها نضجها.. وحل موعد حصادها ... وأثمرت الأشجار ونضجت ثمارها .. وحان موعد قطافها. لكل محصول طريقته في الحصاد أو الجمع ، فقد تجمع الثمار يدويا، وقد تحتاج إلى آلات حادة كسكاكين أو مناجل ، وقد تستخدم آلات حصاد لقطع النباتات فوق سطح الأرض او آلات خاصة لجمع المنتج النامى تحت سطح التربة. وقد تحتاج بعد الحصاد إلى فصل البذور أو الحبوب عن أغلفتها وعن السيقان الحاملة لها ، مستخدمين فى ذلك آلات دراس ثم آلات تذريه. وبعد الحصول على المحصول علينا تعبئته وتسويقه مباشرة أو تخزينه لفترة قد تطول وقد تقصر لحين تسويقه لاحقا.

يتعرض المنتج النباتى الغذائى أثناء عمليات الحصاد والتعبئة والتخزين والنقل والتسويق إلى التجريح والتلوث من الوسط المحيط ، فإذا كان المنتج ناميا تحت سطح التربة كما فى حالات درنات البطاطس وكورمات القلقاس وجذور البطاطا والبنجر واللفت والفجل ، فإنها تحمل معها عند تقليعها أجزاء من تربة نموها بما فيها من ملوثات. وكثيرا ما يقوم المزارع أو التاجر بغسل المنتج النباتى قبل تسويقه ، عندئذ تنشط الكائنات الدقيقة المحمولة على المنتج مع تراب أو هواء المزرعة. وقد يضيف ماء الغسيل إلى المنتج الغذائى ملوثات جديدة ، خاصة إذا ما استخدم فى الغسيل ماءا ملوثا ، وقد قيل فى الأمثال " بطينه ولا غسيل البرك" ، أى أن ترك المنتج على حاله أفضل من غسيله بماء ملوث. وعموما فإن المنتجات النباتية تحمل معها كثيرا من ملوثات التربة وملوثات الجو وملوثات ماء الرى وملوثات ماء الغسيل ، وتشمل تلك الملوثات ملوثات كيميائية وأخرى بيولوجية. تشمل الملوثات البيولوجية الكثير من الميكروبات كمسببات الدوسنتاريا والكوليرا

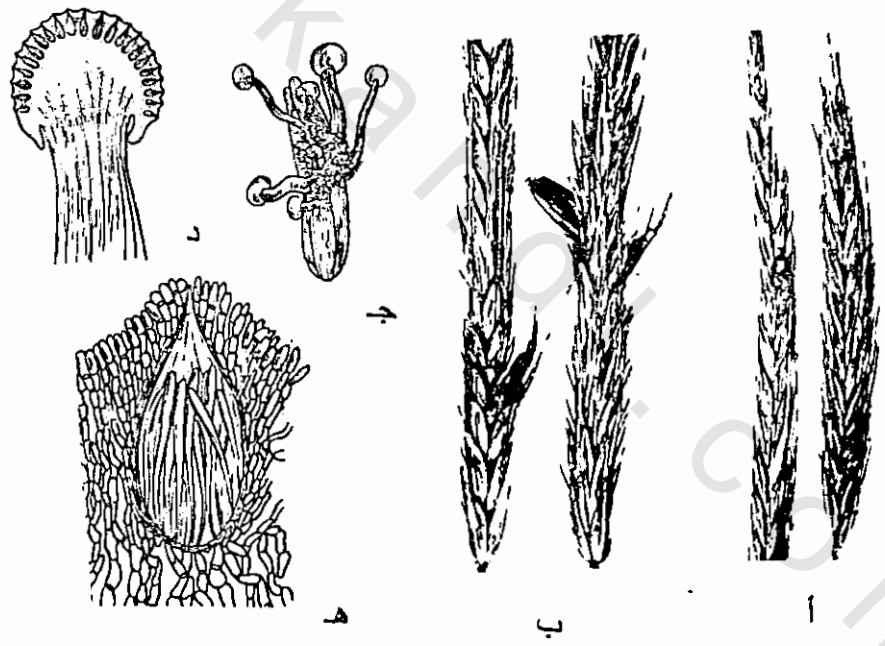
والتيفود ، كما تشمل أيضا بعض أطوار الديدان كالفاشيولا والإسكارس والبلهارسيا، والتى سيأتى الحديث عنها تفصيلا فى فصل لاحق.

أحيانا يعامل المحصول قبل تخزينه ببعض المبيدات بغرض زيادة فترات التخزين ، كما فى حالة البطاطس الذى قد تعامل درناته بمبيدات ضد حشرات المخازن ، وقد ترش المخازن أثناء تخزين المحصول للوقاية ضد فراشات درنات البطاطس وضد أعفان الدرنات. تعامل الدرنات أيضا قبل التخزين بمواد تعوق إنبات وتزريع عيون الدرنات. وعموما فإنه من المهم تهوية المخازن جيدا وتنظيفها من بقايا المحاصيل السابق تخزينها قبل إدخال المحصول الجديد.

تطهر عادة أماكن التخزين والإنضاج لبعض المحاصيل كالموز والمانجو ، وأماكن الشحن بالسيارات أو السفن التى تقوم بنقل المنتجات الغذائية ، ويتم ذلك بعد التنظيف الجيد لتلك الأماكن. يستخدم فى التطهير مواد كيميائية ، ومنها الكبريت الزهر الذى يحرق فى المخزن المغلق بمعدل 15 جرام لكل متر مكعب من فراغ المخزن ، ويستخدم ثالث كلوريد النتروجين فى حالة تخزين ثمار الموالح لمكافحة أعفان الثمار ، كما يستخدم بروميد الميثيل فى مكافحة حشرات الحبوب. كثيرا ما نضطر إلى تبخير المخازن أثناء وجود المحاصيل بداخلها كما فى حالة العنب ضد مرض العفن الرمادى حيث يستخدم فى ذلك غاز ثانى أكسيد الكبريت. وعموما فإنه من الضرورى التأكد من أن المبيدات التى استخدمت فى التطهير لم تترك على المنتج الغذائى المخزن أية آثار ضارة بصحة الإنسان عند وصولها إلى المستهلك ، لأن ما يتبقى من المطهرات سواء كانت ذلك على أسطح المحصول أو ممتصا داخله يعتبر من الملوثات الكيميائية.

سموم ناتجة عن إصابات نباتية مرضية أثناء الإنتاج

من النادر أن نجد إرتباطا بين أمراض تصيب المزروعات وأخرى تصيب الإنسان ، من تلك الحالات النادرة مرض الإرجوت ergot الذى يصيب بعض المحاصيل النجيلية كالشيلم والقمح والشعير والشوفان ، ويتسبب عن طفيل فطرى يسمى كلافيسبس بربيريا *Claviceps purpurea* • تحدث المحاصيل المصابة بمرض الارجوت ، عند التغذية عليها ، مرضا للمتغذى يعرف بالتسمم الإرجوتى ergotism ، يظهر على الإنسان والخيول والأبقار • أثناء نمو المحصول النجيلى ، وفى فترة تكوين الحبوب ، ينشط الفطر الممرض ببعض السنيبلات مكونا فى



شكل 3 : مرض الإرجوت يصيب المحاصيل النجيلية خلال فترات نموها ويحدث تسمما للإنسان

أ - سنبلتى قمح سليمة •

ب - سنبلتى قمح مصابة وتظهر بهما أجساما حجرية للفطر المسبب •

جـ - جسم حجرى للفطر المسبب نمت منه حوامل لجسام ثمرية أسكية •

د - حامل لجسام ثمرية أسكية •

هـ - جسم ثمرى أسكى يحتوى على اكياس أسكية للفطر المسبب •

مواضع الحبوب أجساماً صلبة أرجوانية إلى سوداء فى لونها ، تزيد كثيراً فى أحجامها عن أحجام الحبوب بعدة أضعاف وتعرف هذه الأجسام بالأجسام الحجرية sclerotia • يحدث التسمم الإرجوتى عند التغذية على طحين الحبوب المختلط بالأجسام الحجرية للطفيل •

وقد سجلت حالات تسمم إرجوتى بفرنسا سنة 1943 ، منها أربعون ألف حالة أدت إلى حدوث وفاة• تظهر حالات التسمم الإرجوتى عند وصول نسبة الأجسام الحجرية بالطحين إلى واحد فى الألف من الوزن الكلى للحبوب المطحونة• يؤدى التسمم إلى حدوث إجهاض للحوامل وخلل عقلى هستيرى ، وقد تؤدى الإصابة إلى الوفاة• يرجع التأثير السام للأجسام الحجرية إلى إحتوائها على قلويدات سامة تشمل ، المركبات إرجوتامين ergotamine وإرجومترين ergometrine وإرجوكريبتين ergocryptine • ونظراً لأن بعض السم قد يكون ترياقاً ، فقد إستخدمت هذه القلويدات السامة طبياً ، ولكن بمعدلات ضئيلة ، وتحت إشراف طبى فى علاجات خاصة ، فمثلاً يستخدم الإرجوتامين فى تقليل نزيف ما بعد الولادة ، وإستخدم الإرجومترين لتنبيه المخاض ، أما مركب الإرجوكريبتين فإنه يستخدم فى علاج مرض الشلل الرعاش•