٨ – ومن المظاهر الأخرى لمخاليط الزراعة المعقمة بالبخار ، والتى تعرضت لدرجات حرارة أعلى ولمدة أطول مما يوصى به أنه ينمو بها فطر **Pezzia ostrachoderma** بأعداد كبيرة ، نظرًا لغياب المنافسة من الكائنات الأخرى . وينتج هذا الفطر جراثيم تكون فى البداية بيضاء ، ثم تتحول إلى اللون الأصفر فالبنى . وينمو كذلك الفطر **Pyronema sp.** ، منتجًا جراثيم وردية اللون . وهذه الفطريات لا تصيب النباتات ، ولا ضرر منها ، ولكن غزوها لمخاليط الزراعة المعقمة يؤكد حقيقة سهولة تكاثر أى من الكائنات الدقيقة فى غياب المنافسة من الكائنات الدقيقة الأخرى (Baker & Roistacher ١٩٥٧ ، Nelson ١٩٨٥) .

٦ – ٣ : التعقيم بالمبيدات

٦ – ٣ – ١ : التعقيم بالفورمالدهيد

يستخدم الفورمالدهيد Formaldehyde فى تعقيم مخاليط التربة بمعدل ٢,٥ ملعقة كبيرة فى كوب ماء لكل بوشل (٣٠ لتر تقريبًا) من مخلوط التربة . ويجب ألا تقل درجة حرارة مخلوط التربة عن ١٣°م ، وأن يحاط المخلوط بالبلاستيك أثناء المعاملة .

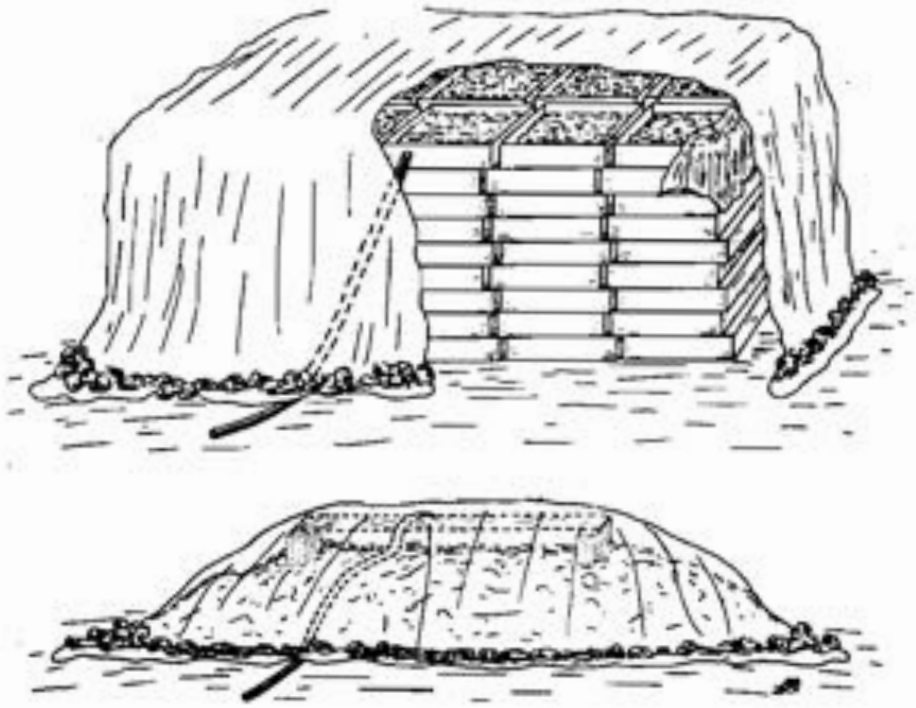
كما يستخدم الفورمالدهيد فى تعقيم أوعية نمو النباتات بعد تخفيفه إلى تركيز ٥٪ تغمر الأوعية والأدوات المراد تعقيمها فى المحلول المخفف ، ثم تصفى منه ، وتترك تحت غطاء بلاستيكى لمدة ٢٤ ساعة ، ثم تكشف وترش بالماء عدة مرات إلى أن تختفى رائحة الفورمالدهيد . ويستغرق ذلك ٤ أيام . وللتأكد من أن الأوعية المعاملة قد أصبحت صالحة للزراعة يمكن ترك إحداها فى كيس بلاستيكى مغلق لمدة ٢٤ ساعة ، ثم يكشف عن الرائحة .

كذلك يستخدم الفورمالدهيد المخفف فى تعقيم تربة الحقل بعد تجهيزها . وتتم المعاملة برش المحلول على سطح التربة بمعدل٢quart/قدم٢ (أو حوالى ٢٠ لتر/ م٢) ، ثم تغطى التربة المعاملة بالبلاستيك لمدة يوم أو يومين ، وبعد ذلك يرفع الغطاء ، وتترك مهواة لمدة ١٠ – ١٤ يومًا قبل استعمالها فى الزراعة .

ويراعى عند المعاملة بالفورمالدهيد استعمال قفازات بلاستيكية ، وألا تجرى المعاملة فى أماكن بها نباتات ، وأن تظل الأحواض الخشبية المعاملة مبتلة إلى أن تختفى منها رائحة الفورمالدهيد تمامًا (Mingo وآخرون ١٩٧١) .

٦ – ٣ – ٢ : التعقيم ببروميد الميثايل

يتوفر بروميد الميثايل Methyl Bromide فى حالة سائلة تحت ضغط إما فى عبوات صغيرة زنة رطل ، أو أنابيب كبيرة ، مثل أنابيب البوتاجاز . يتبخر هذا السائل ويغلى عند درجة حرارة ٤,٤°م بمجرد فتح غطاء العبوة . ولكى يتم التعقيم بصورة جيدة فإنه يلزم منظم خاص ينتقل بواسطته الغاز من العلب المعدنية عبر خراطيم بلاستيكية إلى التربة أو الأدوات التى تغطى جيدًا بغطاء من البلاستيك (شكل ٦ – ٢) (Munnecke ١٩٥٧ ، Benedyga & Wells ١٩٦٢) .



شكل ٦ – ٢ : تعقيم مخاليط الزراعة وأوعية نمو النباتات ببروميد الميثايل . يلاحظ وجود مسافات بين الأحواض المتراصة حتى يتخلل الغاز بينها بصورة جيدة ، كما يوضع التراب حول حافة الغطاء البلاستيكى لإحكام غلقه . يلاحظ أيضًا أن فوهة الخرطوم الناقل لبروميد الميثايل تكون فى منتصف الكومة من أعلى (عن Munnecke ١٩٥٧) .

يستخدم بروميد الميثايل بمعدل رطل لكل باردة مكعبة من مخلوط الزراعة (أو نحو ٦٠٠ جم لكل متر مكعب) . يترك مخلوط التربة معرضًا للغاز تحت الغطاء لمدة يوم على الأقل فى درجة حرارة ١٥°م أو أعلى من ذلك أو لمدة يومين على الأقل فى درجة حرارة ١٠°م . ولا تجب المعاملة فى درجة حرارة أقل من ذلك . وبعد المعاملة يترك المخلوط بدون غطاء لمدة يوم على الأقل فى الجو الدافىء ، ويومين على الأقل فى درجة حرارة ١٠°م . وبعد ذلك يمكن تداوله ، كما يمكن زراعة البذور بعد ٣ أيام من التهوية ، لكن يجب عدم زراعة العقل والشتلات وغيرها من الأجزاء الخضرية قبل ٧ – ١٠ أيام من التهوية .

ولا يجب استخدام بروميد الميثايل فى الصوبات التى توجد بها نباتات نامية ، إلا إذا توفرت بها تهوية جيدة .

وعند تعقيم الأرض يجب حرثها جيدًا أولًا لعمق ٣٠ سم ، وهو العمق الذى تنمو فيه معظم الجذور ، وتنتشر فيه الآفات ، ثم تروى وتترك حتى تصل رطوبتها إلى نحو ٥٠٪ من السعة الحقلية ، أى حتى تصبح مستحرثة ، وحينئذ تعامل بالمبيد .

وفى حالة تعقيم مساحات كبيرة من الأرض ، سواء فى الحقل أو فى البيوت المحمية (الصوبات) ، فإنه يلزم التحكم فى عملية التعقيم .. فتعلق أولاً أنبوبة الغاز من ميزان زنبركى ، حتى يمكن معرفة كمية الغاز المنطلقة ، وبذلك يمكن التحكم فى الكمية المستخدمة فى المساحات المراد تعقيمها .

ويتم توصيل الغاز إلى التربة عبر أنابيب بلاستيكية بقطر نحو ٤ سم بها ثقوب متقابلة بقطر ١ ملليمتر تقريبًا كل حوالى ٢٠ سم . تمد هذه الأنابيب على سطح التربة المراد تعقيمها . وعند التعقيم يتم توصيلها بأنبوب الغاز الرئيسى . ويتم عادة مد أنابيب التعقيم البلاستيكية لطول ٥٠ متر ، وعلى بعد ١٠٠ سم من بعضها البعض ، وبذلك فإن كل أنبوب بلاستيكى يعقم شريط من الأرض مساحته ٥٠ م٢ (١ × ٥٠ م) . والعادة هى السماح للغاز بالانطلاق فى خطين من الأنابيب البلاستيكية فى المرة الواحدة ، وبذلك يعقم فى كل مرة ١٠٠ متر مربع من الأرض ، ويستخدم لذلك ٧ - ١٠ كجم من الميد .

هذا .. وتغطى كل المساحة المراد تعقيمها بشرائح بلاستيكية شفافة بعرض ٤ م تطوى حوافها على بعضها البعض ، مع إضافة التربة بين البلاستيك عند طى الأطراف لمنع تسرب الغاز (شكل ٦ - ٣) .

شكل ٦ - ٣ . تعقيم تربة البيوت المحمية (الصوبات) ببروميد الميثايل . تشير الأسهم إلى الأنابيب البلاستيكية المثقبة التى تكون بقطر نحو ٤ سم ، وعلى بعد متر واحد من بعضها البعض تحت الغطاء البلاستيكى الذى يغطى أرض الصوبة كلها .

ويراعى عند التعقيم ألا تقل درجة حرارة التربة عن ٢٠°م ، كما يجب تسخين الغاز بإمراره أولًا خلال أنابيب فى جهاز خاص ، حيث يتعرض الغاز لدرجة حرارة ١١٠°م ، ومع خروجه من الجهاز تكون حرارته قد وصلت إلى نحو ٨٠°م ، ومع وصوله عبر الخراطيم إلى التربة المراد تعقيمها تكون حرارته قد انخفضت إلى ما يقرب من ٢٠°م .

يترك الغطاء على المساحة المعاملة لمدة يوم أو يومين (يومين فى درجة حرارة ١٠°م ، ويوم واحد فى درجة حرارة ٢٠°م) ، ثم يرفع ويسمح بالتهوية الجيدة لمدة ثلاثة أيام ، ثم يبدأ فى إعداد الأرض للزراعة ، على ألا تزرع قبل أسبوع من انتهاء عملية التهوية .

ونظرًا لأن بروميد الميثايل غاز شديد السمية وعديم الرائحة ، فإنه يخلط بالكلوروبكرن بنسبة ضئيلة ، حتى يمكن التنبه إلى رائحة الغاز فى حالة تسربه .

ويؤدى التعقيم ببروميد الميثايل إلى قتل بذور الحشائش ، والنيماتودا ، ومعظم الفطريات ، والبكتريا ، والحشرات التى توجد فى التربة .

٦ - ٣ - ٣ : التعقيم بالكلوروبكرن .

يستعمل الكلوروبكرن Chloropecrin فى تعقيم مخاليط التربة بمعدل ٥ مل لكل قدم³ من مخلوط الزراعة (حوالى ١٨٥ مل لكل متر مكعب من مخلوط التربة) ، أو نحو ٣٥ مل لكل متر مسطح من الأرض . ويجب ألا تقل درجة حرارة مخلوط التربة أثناء المعاملة عن ١٣°م ، كما يجب أن يمر أسبوعان بعد المعاملة قبل استخدام التربة فى الزراعة .

كما يمكن استعمال الكلوروبكرن فى تعقيم تربة الحقل أو البيوت المحمية بعد إعدادها للزراعة ، وذلك بمعدل ٢٠٠ لتر للفدان ، حيث يعطى ٣ مل من المبيد فى كل حفنة على أبعاد ٢٥ × ٢٥ سم . ويجب رى الأرض بعد المعاملة مباشرة ، حتى لا يتسرب المبيد . كما تفضل تغطية المساحة المعاملة ، على أن يرفع الغطاء بعد ٣ - ٤ أيام ، وتترك لمدة ٧ - ١٠ أيام حتى يتم التخلص من كل آثار المبيد قبل زراعة البذور ، لأن الكلوروبكرن سام للنباتات ، سواء أوصلها عن طريق الجذور أم عن طريق الهواء .

ويفيد الكلوروبكرن فى التخلص من الحشرات ، والنيماتودا ، وبذور الحشائش ، وكل الفطريات ، ما عدا القليل المقاوم منها ، إلا أنه مرتفع الثمن ، ويسبب مضايقات للقائمين باستعماله . (Lorenz & Maynard ١٩٨٠)

وقد وجد أن التعقيم بالكلوروبكرن يؤدى إلى تحسين النمو بعد المعاملة ، حتى فى غياب مسببات الأمراض . كما لوحظ أن تعداد البكتريا يرتفع فى التربة المعاملة إلى ٢ - ٣ أضعاف التعداد العادى فى التربة غير المعاملة لمدة مائة يوم بعد المعاملة ، ويصاحب ذلك تيسر النيتروجين من المادة العضوية فى التربة بمقدار $1\frac{1}{4}$ - ٢ ضعف معدل التيسر فى التربة غير المعاملة (Bravenboer ١٩٥٥) .

٦ - ٣ - ٤ : التعقيم بالسيستان

السيستان Sistan مبيد سائل يستخدم فى تعقيم أرض البيوت المحمية والأوعية ومخاليط التربة المستخدمة فى المشاتل ، كما يستخدم أيضًا فى تعقيم الحقول المكشوفة . وعند المعاملة يتحلل السيستان فى التربة ؛ وينطلق منه المركب الفعال ، وهو methyl isothiocyanate .

ويتميز السيستان بفعاليته ضد العديد من الآفات ، منها : النيماتودا ، وفطريات التربة ، وبعض الآفات الحيوانية ، والعديد من الحشائش الحولية ، كما يؤدى إلى زيادة فى الأزوت الميسر بالتربة .

ويجب ألا يستخدم المبيد إذا كانت درجة حرارة التربة أقل من ٧°م ، ويحسن ألا تقل عن ١٠°م .

وقد يستخدم فى تعقيم أرض الصوبات إما مع ماء الرى (بمعدل ١,٢ لتر فى ١٢٠ لتر ماء/ ١٠م٢) ، أو بالحقن على عمق ٢٠ سم على مسافات ٣٠ سم (بمعدل ١,٢ لتر/ ١٠م٢) .

هذا .. ويجب أن تمر ٧ أسابيع بين المعاملة والزراعة ، حيث تقفل الصوبة أو يحكم غطاء بلاستيكى على التربة لمدة أسبوعين بعد المعاملة ، ثم تحرث التربة جيدًا لعمق ٣٠ سم ، وتترك لمدة ٢ - ٣ أسابيع أخرى ، مع فتح منافذ التهوية ، ثم تحرث التربة مرة ثانية ، وتترك بحالتها لمدة أسبوعين آخرين . ولا يجب إعداد الأرض للزراعة قبل مرور خمسة أسابيع من أول حرثة بعد المعاملة . وفى حالة المعاملة عند ارتفاع درجة الحرارة يجب رش سطح التربة بالماء على فترات بعد المعاملة (نشرة المبيد ، شركة Unicrop) .

٦ - ٣ - ٥ : التعقيم بالبازاميد

البازاميد Basamid مبيد يستخدم فى تعقيم التربة ، وهو حبيبى granular ، ويحتوى على ٩٨٪ دازوميت Dazomet .

والبازاميد فعال ضد النيماتودا وفطريات وحشرات التربة والحشائش النابتة . ويستخدم فى تعقيم الصوبات والمشاتل ، وأوعية الزراعة ، ومخاليط التربة .

عند المعاملة تنعم التربة جيدًا وترش بقليل من الماء ، ثم ينثر المبيد على سطح التربة ، ثم يثار سطح التربة بالعزيق السطحى ، أو ترش بالماء ، أو تغطى بالبلاستيك ، ثم تترك لمدة ٥ - ٧ أيام ، تحرث بعدها التربة وتهوى .

هذا .. ويجب ألا تقل درجة حرارة التربة أثناء المعاملة عن ٦° م ، وإلا تسرب المبيد بعمق فى التربة ؛ محدثًا أضرارًا بالنباتات بعد ذلك . وإذا كانت درجة حرارة التربة شديدة الارتفاع قلت فعالية المبيد ، نظرًا لسرعة تبخره فى الهواء الخارجى .

هذا .. ويستخدم البازاميد بمعدل يتراوح من ٤٠ - ٦٠ جم/م٢ من سطح الأرض . (نشرة المبيد ، شركة BASF) .

٦ - ٣ - ٦ : التعقيم بمبيدات أخرى

١ـ الفابام Vapam :

يستخدم الفابام فى التخلص من النيماتودا ومعظم الحشائش والفطريات ، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . ويجب الرى بعد المعاملة مباشرة والانتظار لمدة ٢ - ٣ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة .

٢ - الدى دى D-D :

يستخدم الدى دى فى التخلص من النيماتودا والحشرات ، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . وتعامل به التربة بمعدل ٢٠٠ - ٣٧٥ لتر/ هكتار . ويجب الانتظار لمدة ٢ - ٤ أسابيع بعد المعاملة . وهو سام للنباتات .

٣ - الفورلكس Vorlex :

يستخدم الفورلكس فى التخلص من النيماتودا والحشائش والفطريات ، ولا يجوز استخدامه إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠°م على الأقل . ويجب الانتظار لمدة ٢ - ٤ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة . وهو سام للنباتات . وتجب تغطية الأرض بالبلاستيك عقب المعاملة .

٤ - التمك Temik .

٥ - الفايدات Vydate

يستخدم كلاهما فى التخلص من النيماتودا وبعض الحشائش والفطريات ولا يجوز استخدامهما إلا عندما تكون درجة حرارة التربة ١٠° م على الأقل (Hanan وآخرون ١٩٧٨) .

وبصورة عامة .. فإن كل المبيدات التى تستخدم فى تعقيم التربة تعتبر سامة جدًا للنباتات ، ويجب عدم الزراعة فى التربة المعاملة إلا بعد انقضاء فترة كافية للتخلص من كل آثار المبيد . وتتوقف هذه الفترة على المبيد ، ودرجة الحرارة ، والرطوبة الأرضية ، وقوام التربة . وتقل المدة عند ارتفاع درجة الحرارة ، وعند اعتدال الرطوبة الأرضية ، لأن المبيد قد لا يتسرب بسهولة من التربة الزائدة الرطوبة .

وتجب المحافظة على التربة المعقمة من التلوث بعد التعقيم ، لأن الفطريات التى تلوث التربة تكون أكثر ضراوة فى التربة المعقمة ، عنها فى التربة غير المعقمة لغياب الكائنات المنافسة .