عليها أيضاً إذا ارتفعت درجة حرارة البيئة إلى ١٠٠°م . ولذا .. يفضل أن يكون التعقيم على درجة حرارة ٦٠° - ٧١°م لمدة ٣٠ دقيقة ، حيث يتم القضاء على الكائنات الضارة ، مع الإبقاء - قدر الإمكان - على الكائنات المفيدة . ويتحقق ذلك بأجهزة خاصة تقوم بخلط البخار بالهواء بدرجة معينة يمكن بواسطتها التحكم فى درجة حرارة مخلوط الغازين قبل دخولهما فى البيئة المراد تعقيمها (Nelson ١٩٨٥) .

التعقيم بالمبيدات

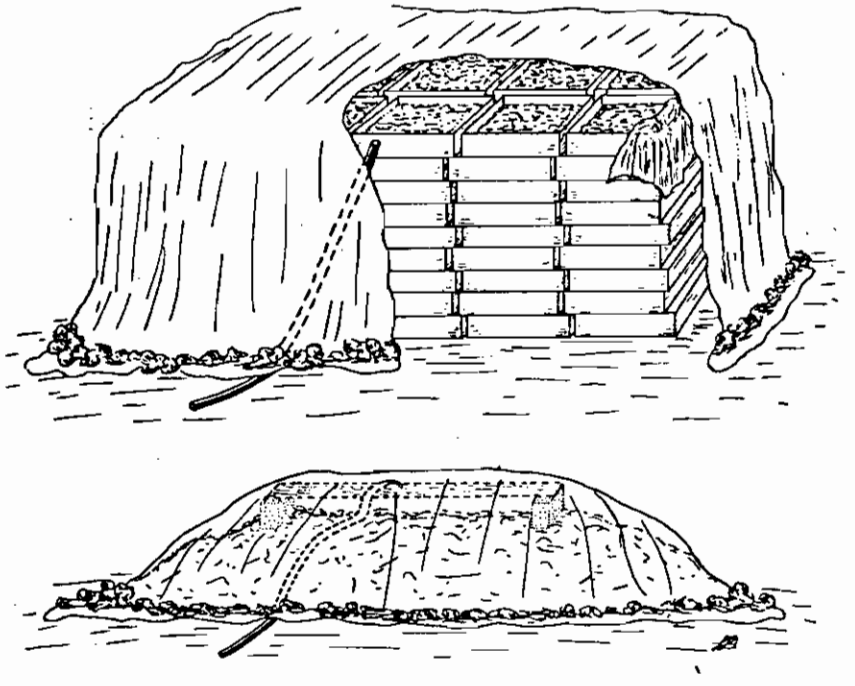
تتنوع المبيدات المستخدمة فى التعقيم أو التطهير ، كما يلى :

١ - بروميد الميثايل

يتوفر بروميد الميثايل Methyl Bromide فى حالة سائلة تحت ضغط إما فى عبوات صغيرة زنة رطل ، أو أنابيب كبيرة ، مثل أنابيب البوتوجاز . يتبخر هذا السائل ويغلى عند درجة ٤,٤°م بمجرد فتح غطاء العبوة . ولكى يتم التعقيم بصورة جيدة فإنه يلزم منظم خاص ينتقل بواسطته الغاز عبر خراطيم إلى التربة أو الأدوات التى يُراد تعقيمها ، والتى تغطى جيداً بغطاء من البلاستيك (شكل ٥ - ١) .

يستخدم بروميد الميثايل بمعدل ٥٠٠ جم لكل متر مكعب من مخاليط الزراعة . تترك المخاليط معرضة 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 دون 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 ثلاثة أيام من التهوية .

وعند تعقيم المشاتل الحقلية ، يجب حرث الأرض جيداً أولاً لعمق ٣سم ، 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 بمعدل ٥٠ جم / م^{٢} من الحقل .



شكل (٥ – ١) : 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 إغلاقه . يلاحظ أيضاً أن فوهة الخرطوم الناقل لبروميد الميثايل تكون فى منتصف الكومة من أعلى (عن Munnecke ١٩٥٧) .

وفى حالة تعقيم مساحات كبيرة من الأرض فإنه يلزم التحكم فى عملية التعقيم .. فتعلق أولاً أنبوبة الغاز من ميزان زنبركى ، حتى يمكن معرفة كمية الغاز المنطلقة ، وبذا .. يمكن التحكم فى الكمية المستخدمة فى المساحات المراد تعقيمها .

ويتم توصيل الغاز إلى التربة عبر أنابيب من البولايثيلين بقطر نحو ٤سم ، بها ثقوب متقابلة قطرها ملليمتر واحد تقريبا كل حوالى ٢٠ سم . تُمَد هذه الأنابيب على سطح التربة المراد تعقيمها . وعند التعقيم يتم توصيلها بأنبوبة الغاز الرئيسى . ويتم عادة مد أنابيب البولايثيلين لطول ٥٠م ، وعلى بعد ١٠٠سم من بعضها البعض ، وبذا .. فإن كل أنبوب منها يعقم شريطا من الأرض مساحته ٥٠م٢ (١ × ٥٠م) . والعادة هى السماح للغاز بالانطلاق

فى خطين من أنابيب البوليثيلين فى المرة الواحدة ، وبذلك يعقم فى كل مرة ١٠٠ متر مربع من الأرض .

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

ويراعى عند التعقيم ألا تقل درجة حرارة التربة عن ٢٠°م ، كما يجب تسخين الغاز بإمراره أولا 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 الأنابيب إلى التربة المراد تعقيمها تكون حرارته قد انخفضت إلى ما يقرب من ٢٠°م .

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

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

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

٢ - الفورمالدهيد

يستخدم الفورمالدهيد Formaldehyde فى تعقيم المشاتل الأرضية ، ومخاليط الزراعة، وأوعية نمو النباتات ، ويستعمل لذلك الفورمالين التجارى الذى تبلغ قوته ٣٧ ٪ .

لتعقيم مخاليط الزراعة يستعمل الفورمالين التجارى بمعدل ٥ر٢ ملعقة كبيرة فى كوب ماء لكل بوشل (٣٠ لتر تقريباً) من المخلوط . ويجب ألا تقل درجة حرارة المخلوط عن ١٣°م، وأن يُحاط بالبلاستيك أثناء المعاملة .

ولتعقيم أوعية نمو النباتات يخفف الفورمالين التجارى بالماء بنسبة ١ : ٢٠ ، وتغمر

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 .

أما تعقيم تربة المشاتل الحقلية فيتم برش الفورمالين التجارى المخفف بالماء بنسبة ١ : ٥٠ على سطح التربة - بعد تجهيزها - بمعدل حوالى ٢٠ لترا / م٢ ، ثم تغطى التربة المعاملة بالبلاستيك لمدة يوم أو يومين ، وبعد ذلك يرفع الغطاء ، وتترك مهواة لمدة ١٤ - ٢١ يوماً قبل استعمالها فى الزراعة .

٣ - البازاميد

البازاميد Basamid مبيد حبيبى (مبرغل) granular يحتوى على ٩٨٪ دازوميت Dazomet ، وهو فعّال ضد النيماتودا وفطريات وحشرات التربة والحشائش النباتية . ويستخدم فى تعقيم المشاتل ، وأوعية الزراعة ، ومخاليط التربة .

تنعم التربة جيداً وترش بقليل من الماء ، ثم ينثر المبيد على سطح التربة بمعدل حوالى ٤٠ - ٦٠ جم / م٢ ، ثم يثار سطح التربة بالعزيق السطحى ، أو ترش بالماء ، أو تغطى بالبلاستيك ، ثم تترك لمدة ٥ - ٧ أيام ، تحرث بعدها التربة وتهوى .

يجب ألا تقل درجة حرارة التربة أثناء المعاملة عن ٦°م ، وإلاّ تسرب المبيد بعمق فى التربة ؛ محدثاً أضراراً بالنباتات بعد ذلك . وإذا كانت درجة حرارة التربة شديدة الارتفاع انخفضت فعالية المبيد ، نظراً لسرعة تبخره فى الهواء الخارجى .

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

٤ - السيستان

السيستان Sistan مبيد سائل يستخدم فى تعقيم المشاتل الحقلية ، والأوعية ، ومخاليط الزراعة المستخدمة فى المشاتل . وعند المعاملة يتحلل السيستان فى التربة ؛ وينطلق منه المركب الفعال ، وهو methyl isothiocyanate .

يتميز السيستان بفعالية ضد عديد من الآفات ، منها : النيماتودا ، وفطريات التربة ، وبعض الآفات الحيوانية ، وعديد من الحشائش الحولية ، كما يؤدى إلى زيادة الآزوت الميسر فى التربة .

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

يستخدم المبيد فى تعقيم المشاتل الحقلية إما مع ماء الرى بمعدل ٢ر١ لتراً فى ١٢٠ لتر ماء / ١٠م٢ ، وإما بالحقن على عمق ٢٠سم على مسافات ٣٠سم بمعدل ٢ر١ لتر/ ١٠م٢ .

يحكم غطاء بلاستيكى جيداً على التربة المعاملة ، ويترك لمدة أسبوعين ، ثم يزال الغطاء وتحرث التربة جيداً لعمق ٣٠سم ، وتترك لمدة ٢ - ٣ أسابيع أخرى ، ثم تحرث التربة مرة ثانية ، وتترك بحالها لمدة أسبوعين آخرين . ولا يجب إعداد الأرض للزراعة قبل مرور خمسة أسابيع من أول حرثة بعد المعاملة (نشرة المبيد ، شركة Unicrop) .

٥ - الفابام

الفابام Vapam مبيد سائل قابل للذوبان فى الماء يستخدم فى التخلص من النيماتودا، والفطريات ، ومعظم الحشائش . يكوّن المبيد غازا يتخلل التربة بسرعة ، ويضاف رشاً على سطح التربة ، أو مع ماء الرى ، أو بآلات حقن خاصة . تعامل مراقد البذور بمعدل نحو لتر من المبيد فى ٩ لترات ماء لكل نحو ١٠م٢ من المساحة . يجب الرى بعد المعاملة مباشرة والانتظار لمدة ٢ - ٣ أسابيع بعد المعاملة حتى الزراعة . ولا يعد هذا المبيد ساماً للإنسان كالمبيدات الأخرى (Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

٦ - المبيدات الفطرية

تستعمل بعض المبيدات الفطرية فى تطهير تربة المشاتل الحقلية ومخاليط الزراعة من الفطريات المسببة لمرض الذبول الطرى (تساقط البادرات) ، ومن أمثلتها المبيدات التالية :

أ - الديازوبن Diazoben : المكافحة فطرى Phytopthora ، Pythium .

ب - البينوميل Benomyl : مبيد جهازى يثبط نمو فطريات التربة Rhizoctonia ،

و Fusarium ، و Verticillium ، لكنه غير فعال ضد كل من فطرى Pytopthora و Pythium .

جـ – الكابتان Captan : يضاف إلى مخاليط الزراعة بمعدل ٥٠٠ جم / م٣ ، ويفيد فى مكافحة فطرى Pythium ، و Fusarium ، لكن تأثيره قليل على فطر Rhizoctonia .

د – التروبان Truban: يضاف إلى مخاليط الزراعة بمعدل ٥٠ جم / م٣ ، ويفيد فى مكافحة فطرى Pythium ، و Phytopthora ، مع بعض التأثير فى كلٍ من فطرى Fusarium ، و Rhizoctonia (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣) .