

CONTROLE FÍSICO

GHINI, R., EMBRAPA/CNPMA, C. P. 69, 13820-000 Jaguariúna, SP Brasil, E-mail: raquel@cnpma.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Apesar do tratamento térmico de solo ser um dos mais antigos métodos de controle de doenças de plantas, ainda constitui uma técnica pouco explorada. O uso do controle físico tem sido incentivado, ultimamente, devido à busca de métodos alternativos ao uso de agroquímicos, visando à redução dos impactos ambientais e contaminação da população.

Dois métodos físicos de tratamento do solo, que apresentam possibilidades para substituir o brometo de metila serão descritos: o uso de vapor e da solarização do solo.

Vapor

A desinfestação do solo através do uso de vapor tem sido praticada, de modo geral, em estufas e canteiros para produção de mudas. Devido aos altos custos necessários à sua implantação, somente sistemas intensivos e lucrativos de cultivo permitem o seu uso. O solo é coberto por uma lona e o vapor, produzido por uma caldeira, é injetado, promovendo o controle de patógenos, plantas daninhas e pragas, através da elevação da temperatura do solo.

De modo geral, o tratamento é feito por pelo menos 30 min., após as partes mais frias do canteiro terem atingido 83°C (Baker & Roistacher, 1957). Tal elevação da temperatura durante a desinfestação pode causar diversas reações químicas no solo. A decomposição da matéria orgânica é acelerada, causando a liberação de amônia, dióxido de carbono e produtos orgânicos. Os materiais inorgânicos são degradados ou alterados; os nitratos e

nitritos são reduzidos a amônia e a solubilidade ou disponibilidade dos nutrientes é modificada (Liegel, 1986).

Alguns organismos sobrevivem a temperaturas mais altas que outros. Com poucas exceções, a maioria dos organismos é inativada quando expostos a 100°C. Muitos fitopatógenos são inativados quando mantidos a 70-75°C por 30 min. Micélios de fungos aquáticos e muitas das formas ativas de nematóides são inativadas a 49°C por 30 min. Frequentemente saprófitas sobrevivem a temperaturas mais elevadas do que os patógenos (Baker & Roistacher, 1957).

A inespecificidade do método, que pode ser considerada uma de suas vantagens, também é responsável por um de seus maiores problemas. De modo geral, as altas temperaturas atingidas tornam o tratamento não seletivo, resultando na erradicação dos microrganismos, criando espaços estéreis, denominados "vácuos biológicos". O equilíbrio da comunidade microbiana do solo, construído após longa interação dos diversos componentes, é destruído ou profundamente modificado. A recolonização do solo é feita, basicamente, através dos microrganismos termotolerantes sobreviventes, dos microrganismos do solo adjacente não tratado, do ar, da água ou daqueles introduzidos com material vegetal.

A forma como é recolonizado o solo tratado é de grande importância para a ocorrência de doenças de plantas. A redução da população de antagonistas, como resultado do tratamento térmico, geralmente significa uma rápida disseminação do patógeno reintroduzido (Baker, 1962). Assim, cuidados devem ser tomados para evitar a entrada do patógeno no solo tratado.

O uso de vapor tem diversas vantagens em relação aos biocidas químicos. O vapor não deixa resíduos tóxicos no solo, como pode ocorrer com o tratamento químico, embora possa haver o acúmulo, em nível tóxico, de certos nutrientes, como o manganês, por exemplo. Os problemas com contaminação com produtos químicos, tanto de agricultores, quanto de consumidores dos alimentos produzidos, são praticamente eliminados com o uso do vapor.

Entre as desvantagens do método estão: altos custos; possibilidade de reinfestação do solo e uso de uma fonte de energia (geralmente lenha, gás ou diesel), que pode significar novos problemas de contaminação ambiental.

Solarização

A solarização é um método de desinfestação do solo através do uso de energia solar, desenvolvido em Israel, por Katan *et al.* (1976). O tratamento consiste na cobertura do solo, manualmente ou de forma mecanizada, com um filme plástico transparente, preferencialmente no período de maior incidência de radiação solar (Ghini *et al.*, 1994).

Após a cobertura, ocorre um aumento da temperatura do solo, sendo tanto menor quanto maior for a profundidade. Por esse motivo, a cobertura deve permanecer durante um período suficiente para ocorrer o controle dos patógenos nas camadas mais profundas do solo. Esse período, geralmente é de um mês ou mais, podendo ser reduzido no tratamento do solo de estufas.

Devido ao fato das temperaturas atingidas pelo solo durante a solarização serem relativamente baixas, quando comparadas às obtidas com a aplicação de vapor, os seus efeitos nos componentes bióticos do solo são menos drásticos. Parte da população de microrganismos é morta pela ação direta do aquecimento do solo, especialmente nas camadas superficiais. Porém, nas camadas mais profundas são alcançadas temperaturas sub-letais. O enfraquecimento das estruturas de sobrevivência dos patógenos pelas temperaturas sub-letais dá condições e estimula a atuação de antagonistas, que de modo geral apresentam maior termotolerância (Ghini & Bettiol, 1995). Assim, há a sobrevivência de microrganismos após o tratamento, sendo estes constituídos predominantemente por antagonistas. Esta alteração na comunidade microbiana promove um controle biológico, através da indução de supressividade do solo a fitopatógenos. Como consequência, há maior dificuldade de reinfestação do solo, permitindo que o

tratamento dure por alguns ciclos da cultura, sem a necessidade de repeti-lo (Katan & DeVay, 1991).

Além do controle de patógenos, outros efeitos podem ser observados após a solarização, como o controle de plantas daninhas, maior crescimento de plantas e liberação de nutrientes do solo.

Um equipamento, denominado coletor solar, foi desenvolvido para desinfestar substratos utilizados em recipientes em viveiros de plantas, a fim de produzir mudas sadias (Ghini & Bettiol, 1991). Alguns patógenos habitantes do solo podem ser inativados no coletor em algumas horas de tratamento (Ghini, 1993). O coletor consiste, basicamente, de uma caixa de madeira que contém tubos de ferro galvanizado, onde o solo é colocado, e uma cobertura de plástico transparente, que permite a entrada dos raios solares.

O equipamento, quando comparado com outros sistemas tradicionais de desinfestação (autoclaves, fornos à lenha ou aplicação de brometo de metila) possui diversas vantagens: não consome energia elétrica ou lenha, é de fácil manutenção e construção e tem baixo custo. Além disso, o uso do coletor permite a sobrevivência de microrganismos termotolerantes benéficos que impedem a reinfestação pelo patógeno, o que não ocorre nos tratamentos com brometo de metila e autoclaves que esterilizam o solo, criando um vácuo biológico.

CONCLUSÕES

Os dois métodos físicos de desinfestação do solo descritos apresentam vantagens e desvantagens que permitem a sua adoção em situações diversas. O uso de vapor requer investimentos em equipamentos e a utilização de uma fonte de energia; o solo é submetido a temperaturas mais altas, eliminando a maioria dos microrganismos habitantes do solo. A solarização tem as vantagens decorrentes do fato de utilizar a energia solar, não elimina a microbiota do solo, dificultando a reinfestação com patógenos. Porém, utiliza um maior período para o tratamento, que *nem*

sempre é disponível. Além disso, para a aplicação em grandes áreas, há a necessidade de importação ou construção de implementos para aplicação do plástico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Vide página 270

PHYSICAL CONTROL

GHINI, R., EMBRAPA/CNPMA, C. P. 69, 13820-000 Jaguariuna, SP, Brazil, E-mail: raquel@cnpma.embrapa.br

INTRODUCTION

Although heat treatment of soil is among the oldest methods of disease control, it is still insufficiently used. Recently, the use of physical control has been stimulated because of the search for alternative methods to replace chemicals, with the aim of reducing environmental impact and human contamination.

Two physical methods for soil treatment alternative to methyl bromide are described: steaming and solarization.

Steaming

Soil disinfestation with steam has been frequently practiced under greenhouses and nurseries. Due to the high costs required for its implantation, it has been only applied on intensive and high profit crop systems. The soil is covered and the steam, produced by a boiler, is injected, promoting the control of pathogens, weeds and pests through the increase of soil temperatures.

Generally, soils are steamed until the coolest parts have been kept at about 83°C for at least 30 minutes (Baker & Roistacher, 1957). Such increase in the temperature during the disinfestation can cause several chemical reactions within the soil. Decomposition of organic matter accelerates, causing liberation of ammonia, carbon dioxide, and organic products. Inorganic materials break down or change; nitrates and nitrite are reduced to ammonia and nutrient solubility or availability changes (Liegel, 1986).

Some organisms survive higher temperatures than do others. Except for a few organisms, most are inactivated when subjected to temperatures close to 100°C. Most plant pathogens are inactivated when maintained at 70-75°C for 30 minutes. Mycelial stages of water molds and most of the active forms of nematodes are inactivated when subjected to 49°C for 30 minutes. Frequently saprophytes survive higher temperatures than do plant pathogens (Baker & Roistacher, 1957).

The inespecificity of the method, which can be considered one of its advantages, is also responsible for one of the major problems. In general, the high temperatures achieved result in a non selective treatment, eradicating the microorganisms, and creating sterilized spaces, called "biological vacuum". The equilibrium of the microbial community, built after a long interaction between several components, is broken or deeply changed. The recolonization is carried out, basically, by the surviving thermo-tolerant microorganisms, and by microorganisms from the adjacent non-treated soil, air, water, or the ones introduced with the plant materials.

The way by which the recolonization happens has a great importance for the occurrence of plant diseases. The reduction on the population of antagonists as a result of thermal treatment generally results in a faster dissemination of reintroduced pathogen (Baker, 1962). Thus, measures to avoid the introduction of pathogens on the treated soil must be taken.

Steaming has several advantages in relation to chemical biocides. The application of steam do not leave toxic residues in the soil, as normally occurs with chemical treatments, although some nutrients, e.g. manganese, can increase to toxic levels. Problems related to chemical contamination of workers and residues in products are virtually eliminated.

Among the disadvantages of the method there are: high costs; the possibility of soil reinfestation and the requirement of a energy

source (generally wood , gas or oil), which may mean new problems with environmental pollution.

Soil Solarization

Soil solarization is a method of soil disinfection based on the use of solar energy. Primarily developed in Israel by Katan *et al.* (1976), the treatment consists of mulching the soil manually or mechanically with a transparent plastic film and exposing it during the most intense solar radiation period (Ghini *et al.*, 1994).

After mulching there is an increase in surface soil temperature. Because temperature rises less in deeper soil layers, the plastic film remains long enough to control pathogens down the soil profile. The period of time needed, generally one month or longer, may be reduced under greenhouse conditions.

Because of the relatively low temperatures attained during the soil solarization, as compared with steaming, the effects in the soil biotic components are less drastic. Part of the microbial population is killed by direct action of soil heating, especially in the superficial layer. However, only sublethal temperatures are achieved in deeper layers. The weakening of survival structures of the pathogens by the sublethal temperatures creates conditions for, and stimulates the action of antagonists, which in general are more thermo-tolerant (Ghini & Bettiol, 1995). Thus, there occurs good survival of microorganisms after treatment, especially antagonists. The changes in microbial community promotes biological control, inducing soil suppressiveness. As a consequence, soil reinfestation is more difficult, and the treatment has a long-term effect during some crop seasons (Katan & DeVay, 1991).

Besides disease control, other effects can be observed after solarization, as weed control, increased nutrient release and plant growth response.

An equipment called solar collector was developed to be used for disinfection of substrates for healthy plant propagation (Ghini &

Bettiol, 1991). Some plant pathogens can be inactivated after just a few hours of treatment (Ghini, 1993). The solar collector is basically comprised of a wooden box with tubes of galvanized iron where the soil is treated, and a cover of transparent polyethylene film, which allows the heating by solar radiation.

When compared with other traditional systems of disinfestation (autoclaves, steaming or methyl bromide), the solar collector has several advantages: no extra energy source requirement, easy maintenance and construction, and low cost. In addition, the treatment allows the survival of beneficial thermo-tolerant microorganisms, which improves suppression of the pathogen reinfestation. This mechanism does not occur with sterilizing methods, such as methyl bromide and autoclaves that create a “biological vacuum”.

CONCLUSIONS

Both methods described for soil disinfestation show advantages and disadvantages so one may recommend their appropriate use depending on the conditions and requirements of treatment. Steaming requires investments on equipments and an energy source; the high temperatures attained kill almost all soil microorganisms. Solarization has advantages due to the use of solar energy; not eliminating all soil microorganisms; and resulting in more difficult reinfestation by pathogens. However, solarization requires longer periods of treatment, which sometimes are not available. In addition, for large areas it requires a machine for laying the plastic mulching.

REFERENCES

- BAKER, K.F. Principles of heat treatment of soil and planting material. *The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, p.118-126, jun.1962.
- BAKER, K.F.; ROISTAKER, C.N. Heat treatment of soil. In: Baker, K.F., ed. *The U.C. system for producing healthy container-grown plants through the use of clean soil, clean stock and sanitation*. s.l.: California Agricultural Experiment Station, 1957. 332p. (Manual, 23).
- GHINI, R. A solar collector for soil disinfestation. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, v.99, p.45-50, 1993.
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Coletor solar para desinfestação de substratos. *Summa Phytopathologica*, v.17, p.281-286, 1991.
- GHINI, R.; BETTIOL, W. Controle físico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, A. *Manual de fitopatologia*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.786-803.
- KATAN, J.; DEVAY, J.E. *Soil solarization*. Boca Raton: CRC Press, 1991. 267p.
- KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*, v.66, p.683-688, 1976.
- LIEGEL, L.H. Effects of sterilization procedures on the biological, chemical, and physical properties of soils: a review. *Turrialba*, v.36, p.11-19, 1986.