

◆ Normes OEPP ◆

DIRECTIVES SUR LA BONNE PRATIQUE PHYTOSANITAIRE

CHAMPIGNONS DE COUCHE

PP 2/20(1) Français



Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes
1, rue Le Nôtre, 75016 Paris, France

APPROBATION

Les Normes OEPP sont approuvées par le Conseil de l'OEPP. La date d'approbation figure dans chaque norme individuelle.

REVISION

Les normes OEPP sont sujettes à des révisions et des amendements périodiques. La prochaine date de révision de cette série de Normes OEPP est décidée par le Groupe de travail sur les produits phytosanitaires.

ENREGISTREMENT DES AMENDEMENTS

Des amendements sont préparés si nécessaires, numérotés et datés. Les dates de révision figurent (si nécessaire) dans chaque norme individuelle.

DISTRIBUTION

Les Normes OEPP sont distribuées par le Secrétariat de l'OEPP à tous les Etats membres de l'OEPP. Des copies sont disponibles, sous certaines conditions, auprès du Secrétariat de l'OEPP pour toute personne intéressée.

CHAMP D'APPLICATION

Les Directives de l'OEPP sur la bonne pratique phytosanitaire (BPP) sont destinées aux Organisations Nationales de Protection des Végétaux, en leur qualité d'autorités responsables de la réglementation et des services de conseil liés à l'utilisation des produits phytosanitaires.

REFERENCES

Toutes les Directives de l'OEPP sur la bonne pratique phytosanitaire se réfèrent à la Directive générale suivante: OEPP/EPPO (1994) Norme OEPP PP 2/1(1) Directive sur la bonne pratique phytosanitaire: principes de bonne pratique phytosanitaire. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* **24**, 233-240.

VUE D'ENSEMBLE

Les Directives OEPP sur la bonne pratique phytosanitaire (BPP) décrivent les méthodes de lutte contre les organismes nuisibles (y compris pathogènes et adventices) des principales cultures de la région OEPP. Chaque directive considère, pour une culture, les principaux organismes nuisibles présents dans l'ensemble de la région OEPP. Des détails sont donnés pour chaque organisme sur sa biologie et son développement, des stratégies de lutte appropriées sont décrites, et, si nécessaire, des exemples de substances actives pouvant être utilisées pour la lutte chimique sont mentionnés.

Directives sur la bonne pratique phytosanitaire

CHAMPIGNONS DE COUCHE

Champ d'application spécifique

Cette norme décrit la bonne pratique phytosanitaire pour les champignons de couche.

Approbation et amendement spécifiques

Approbation initiale en septembre 2000.

Cette directive sur la bonne pratique phytosanitaire (BPP) pour les champignons fait partie d'un programme portant sur les principales cultures de la région OEPP. Il est souhaitable de se reporter également à la Norme OEPP PP 2/1(1) Principes de bonne pratique phytosanitaire. La directive concerne la lutte contre les organismes nuisibles (y compris pathogènes) des champignons de couche.

Les champignons de couche constituent une ressource alimentaire importante et la culture sous abri à plus forte valeur dans de nombreux pays européens. L'espèce comestible la plus utilisée en Europe est *Agaricus bisporus*. Plusieurs autres espèces sont également cultivées, par ex. *Pleurotus ostreatus* et *Lentinula edodes* (shii-take). Ce dernier est largement élevé en Extrême-Orient, et sa production pourrait se développer en Europe. Cette directive se concentre exclusivement sur *A. bisporus*, car les substrats et techniques de culture des autres espèces sont assez différents et leur volume de production en Europe est actuellement faible.

A. bisporus est cultivé dans un substrat préparé spécialement, selon un procédé tel que le suivant et qui comporte généralement trois étapes. Le milieu de culture est initialement préparé à partir d'un mélange contenant principalement de la paille de blé et du fumier de cheval, de porc, ou des excréments de volaille, aéré et arrosé pendant 8 jours (pré-traitement). Après l'incorporation d'autres éléments pour augmenter les réserves d'azote et améliorer la structure, le substrat subit une période d'aération et d'arrosage pendant 7 jours pour favoriser le compostage (Phase I). L'étape suivante de la procédure (Phase II) a lieu en conditions contrôlées, en laissant la température augmenter jusqu'à 60°C pendant 8-12 h avant de refroidir à 48°C pour le conditionnement. Elle demande environ 6 jours et donne un matériel friable. Il s'agit d'une pasteurisation ayant pour but de libérer et convertir l'ammonium en acides aminés et de réduire les populations ou l'activité des organismes nuisibles.

Lorsque la phase II est terminée, le "blanc" de champignon (une culture de grain inoculée avec du mycélium) est ajouté au substrat et le tout est placé dans des plateaux, boîtes, sacs ou lits. Ces conteneurs

sont maintenus dans une unité qui peut consister en des entrepôts construits pour cet usage, des bâtiments reconvertis ou, dans certains cas, des grottes ou des tunnels. Les conditions optimales de croissance du mycélium sont assurées pendant environ deux semaines, avec une température de 25°C et une concentration en CO₂ de 5000-7000 ppm. Le substrat est ensuite recouvert d'une couche de terre de "gobetage", pauvre en éléments nutritifs (en général tourbe et terre calcaire), comme facteur de stress permettant d'induire la fructification. Les premiers champignons sont récoltés 18-21 jours plus tard et d'autres organes de fructification apparaissent par vagues successives (ou "volées") à des intervalles de 7-14 jours.

L'utilisation de produits phytosanitaires dans les cultures de champignons est limitée. Les problèmes de phytotoxicité et de résistance des organismes nuisibles sont très importants. Les producteurs de champignons dépendaient auparavant davantage de l'utilisation de produits phytosanitaires pour lutter contre les organismes nuisibles, mais ils utilisent désormais des régulateurs de croissance d'insectes spécifiques ainsi que les luttes physique, culturelle et biologique.

La lutte contre les maladies dépend en grande partie de l'application de bonnes pratiques sanitaires, et toutes les exigences doivent être méticuleusement et constamment remplies. Les mesures préventives, lorsqu'elles sont appliquées de manière efficace, peuvent permettre de maintenir les populations de nuisibles à un niveau minimal. La production satisfaisante de champignons dépend de nombreux facteurs, par ex. la disposition et la propreté de l'exploitation (ventilation, filtres à air, eau de ruissellement qui dissémine souvent les spores des pathogènes), la compétence du personnel (le facteur humain est important dans la dissémination des organismes nuisibles, directement ou indirectement), le matériel et sa désinfection, les procédures de préparation de la culture, de culture et d'après culture, le choix adéquat des désinfectants et leur utilisation selon les indications de l'étiquette. Il est essentiel de disposer de systèmes de qualité pour la production du substrat, d'utiliser uniquement du substrat de bonne

qualité correctement pasteurisé (à la bonne température) avant l'utilisation, puis de nouveau pasteurisé après la production. L'une des sources d'infection les plus courantes est la contamination de la terre de gobetage, qui doit donc être stockée dans une zone couverte loin de toute source de contamination. En cas de contamination, elle peut être pasteurisée (60-70 °C pendant 30 min), traitée de la formaline à 1% (27 L m⁻³ de terre de gobetage) ou détruite.

Les cultures doivent être régulièrement inspectées pour détecter les ravageurs (y compris les pathogènes). Par exemple, des pièges à lumière noire peuvent être utilisés pour attirer les insectes. Les pullulations de ravageurs doivent être traitées immédiatement. Le matériel atteint doit être soigneusement éliminé ou isolé *in situ*. A la fin de la période de culture, toutes les surfaces sont stérilisées, souvent à la vapeur en chauffant l'ensemble de la culture et de la structure à environ 70°C pendant plusieurs heures. Si des pullulations de pathogènes ont eu lieu, il peut être nécessaire d'effectuer cette opération à des températures encore plus élevées ou pendant plus longtemps.

Les cultures de champignon peuvent être attaquées directement par des champignons, des bactéries, des virus, des insectes, des acariens et des nématodes. Les moisissures adventices, c'est-à-dire d'autres champignons qui agissent comme compétiteurs ou antagonistes des champignons, sont fréquemment responsables de pertes de culture et elles sont également prises en compte dans cette directive.

Des troubles non pathogènes peuvent également toucher les cultures et induire un rendement très faible. Les organes de fructification sont alors déformés ou présentent diverses anomalies de développement (par ex. défauts des lamelles). Ces troubles peuvent être confondus avec les symptômes de certains organismes nuisibles. Ils sont principalement dus à des conditions de croissance inadéquates: fluctuations excessives de température ou d'humidité, mauvaise ventilation, toxicité des produits chimiques utilisés pour l'entretien sanitaire ou le traitement du bois. Ces troubles ne sont pas couverts par cette directive.

Les principaux organismes nuisibles des champignons pris en compte sont les suivants:

- *Mycogone pernicioso* (môle humide);
- *Verticillium fungicola* (môle sèche);
- *Hypomyces rosellus* (toile);
- *Trichoderma* spp. (moisissure verte);
- *Diehliomyces microsporus* (fausse truffe);
- moisissures adventices;
- *Pseudomonas tolaasii* (tache bactérienne);
- *Pseudomonas* sp. (momies);
- virus;
- phorides;
- sciarides;
- cécidomyies;
- acariens;
- nématodes.

Note explicative sur les substances actives

Le Groupe d'experts OEPP sur la bonne pratique phytosanitaire a tenu compte, en préparant cette directive, d'informations sur les substances actives spécifiques contenues dans les produits phytosanitaires et sur la façon dont elles peuvent s'intégrer à la stratégie BPP. Ces détails concernant les substances actives ne sont mentionnés que s'ils sont fournis par plusieurs pays de l'OEPP. Ils représentent ainsi la BPP actuelle au moins pour ces pays. Il est possible, pour diverses raisons, que ces substances actives ne soient pas homologuées pour l'usage en question, ou soient soumises à des restrictions, dans d'autres pays OEPP, mais cela ne remet pas en question la stratégie globale. L'OEPP recommande que, dans le cadre des principes de la BPP, soient utilisés seuls les produits homologués dans un pays pour un usage donné.

Mycogone pernicioso (môle humide)

Généralités

Les champignons attaqués par *M. pernicioso* sont déformés, avec des pieds et des chapeaux très gonflés. Leur surface présente une coloration brune à beige, et exsude parfois des gouttelettes d'un liquide brun-rougeâtre. Une odeur particulière de renfermé se dégage dans les locaux. La maladie se dissémine par les spores et le mycélium, qui infecte les organes de fructification au cours de leur croissance dans la terre de gobetage. L'infection commence le plus souvent à cause de terre de gobetage contaminée, et elle est ensuite disséminée par les mouches sciarides et phorides, la poussière dans les conduits de ventilation, le personnel, les plateaux de cueillette et le matériel. Le ruissellement de l'eau est également l'un des principaux moyens de dissémination. La môle humide est une maladie grave des champignons de couche.

Stratégie

Une attention particulière doit être portée aux conditions sanitaires. Les phorides et les sciarides doivent être contrôlés. La terre de gobetage peut être traitée avec de la formaline avant utilisation, puis être recouverte de matériel plastique pendant 3 jours. L'efficacité de la lutte dépend de la détection précoce de la maladie. Si l'infection est grave, des fongicides peuvent être mélangés avec la terre de gobetage ou pulvérisés à la surface. En général, il n'y a aucun problème de résistance, mais le carbendazime peut être rapidement décomposé par la microflore naturelle. Les locaux doivent être correctement stérilisés après la production.

Principaux fongicides

Pulvérisations: carbendazime, chlorothalonil, prochloraze manganèse.

***Verticillium fungicola* (môle sèche)**

Généralités

La môle sèche causée par *V. fungicola* var. *fungicola* attaque seulement *Agaricus bisporus* et peut causer des dégâts considérables et des pertes de rendement. Le champignon ne se développe pas dans le substrat mais pénètre dans les locaux avec la terre de gobetage, les mouches, la poussière, etc. et infecte les organes de fructification au fur et à mesure de leur émergence. Les champignons sont décolorés, fissurés ou ratatinés. Ultérieurement, ils peuvent avoir un pied très courbé et renflé. Ils ne peuvent pas être commercialisés. La môle sèche se distingue dans la plupart des cas de la môle humide par l'état parcheminé des champignons, sans exsudation de liquide, ni odeur désagréable.

Stratégie

De bonnes conditions sanitaires pendant la récolte, la lutte contre les acariens et les mouches, et une élimination efficace des cultures terminées sont des mesures préventives essentielles. Si la maladie se développe néanmoins, des fongicides peuvent être pulvérisés sur la culture en développement. Certains isolats présentent une sensibilité moins forte au prochloraze manganèse et presque tous sont résistants au carbendazime.

Principaux fongicides

Pulvérisations: chlorothalonil, prochloraze manganèse.

***Hypomyces rosellus* (toile)**

Généralités

La présence de *H. rosellus* (anamorphe *Dactylium dendroides*) peut être identifiée grâce à l'apparition d'une toile blanche de moisissures recouvrant non seulement le champignon mais également la terre de gobetage environnante. Ce feutrage mycélien prend parfois une coloration rose ou rouge et les champignons atteints brunissent, puis meurent. Le champignon est présent dans le sol et pénètre probablement dans les locaux avec de la poussière de terre. Une fois présent, il produit une quantité abondante de spores qui sont rapidement disséminées par l'air, les éclaboussures d'eau et un ruissellement excessif. La maladie apparaît en général seulement sur les volées tardives.

Stratégie

Des mesures sanitaires strictes empêchent les épidémies. Le pathogène doit être exclu des locaux en s'assurant que le substrat ou la terre de gobetage ne sont pas contaminés par du sol. La dissémination des spores doit être empêchée, dans la mesure du possible. Il faut éliminer soigneusement les restes infectés des champignons récoltés. Il ne faut pas les toucher. Afin

de minimiser la dissémination des spores, du textile humide est appliqué sur la zone infectée et couvert de sel pour isoler/désinfecter la zone. La couche de substrat avant le dépôt de la terre de gobetage et la terre de gobetage elle-même après dépôt peuvent être traitées avec une solution de formaline à 2%. De la formaline peut également être appliquée aux zones atteintes dans la culture. Une pulvérisation de fongicide peut être appliquée en cas d'infection grave.

Problèmes de résistance

Certains isolats de *H. rosellus* sont résistants au thiabendazole, et d'autres aux fongicides du groupe des benzimidazole en général. Nombre d'entre eux présentent une sensibilité décroissante au prochloraze manganèse.

Principaux fongicides

Pulvérisations: bénomyl, carbendazime, prochloraze manganèse, thiophanate-méthyl.

***Trichoderma* spp. (moisissure verte)**

Généralités

Les *Trichoderma* spp., comme *T. viride* et *T. koningi*, depuis longtemps appelés "moisissures vertes", sont généralement considérés comme des moisissures adventices (voir ci-dessous). *T. viride* pousse sous forme de mycélium vert sur le substrat ou la terre de gobetage, les champignons morts ou les boîtes. *T. koningi* pousse sous forme de mycélium cotonneux sur les champignons en cours de développement et peut provoquer une pourriture molle. Ces deux champignons provoquent parfois une tacheture relativement peu importante des chapeaux. En revanche, une maladie beaucoup plus grave est apparue dans les années 1980 et est causée par une souche de *T. harzianum*. Celui-ci pousse dans le substrat, où il parasite le mycélium de champignon et peut entraîner des pertes graves. L'acarien *Pygmephorus sellnicki* (voir plus bas) est tout particulièrement associé à sa présence.

Stratégie

Une pasteurisation adéquate du substrat et de bonnes mesures sanitaires générales sont les principales mesures permettant de lutter contre *Trichoderma* spp. Aucun fongicide n'est recommandé spécifiquement contre ces champignons.

***Diehlomyces microsporus* (fausse truffe)**

Généralités

Cet ascomycète, qui est normalement présent dans le sol, est un pathogène du mycélium d'*A. bisporus* dans le substrat. Il est présent surtout pendant les mois d'été

car la température optimale de germination des spores est plus élevée (30°C). Il remplace parfois complètement le mycélium du champignon dans le substrat, et la culture est ainsi anéantie. Au départ, le mycélium blanc-jaunâtre est difficile à distinguer de celui du champignon, mais une odeur de chlore se dégage souvent dans les locaux. Le substrat s'assombrit et est plus humide qu'habituellement. Des corps plissés ressemblant à des noix (les ascocarpes "fausses truffes" de *D. microspora*) apparaissent dans le substrat, puis à la surface de la terre de gobetage. Si l'infection a lieu tardivement, les champignons cultivés à la limite de la zone touchée jaunissent et meurent. Le rendement est très réduit.

Stratégie

Le principal objectif consiste à empêcher l'entrée du pathogène dans les locaux grâce à de bonnes pratiques sanitaires ou, s'il est présent, de l'éliminer. La contamination du substrat et de la terre de gobetage par du sol doit être évitée. Le substrat doit être soigneusement pasteurisé. Des filtres à air doivent être utilisés. Les locaux doivent être très soigneusement stérilisés à la fin de la culture. Si la maladie apparaît néanmoins, la température dans l'unité de production doit être réduite à 20°C pour l'éliminer. Les petites taches infectées sur la terre de gobetage peuvent être traitées avec une solution de formaldéhyde à 2% et recouvertes d'une feuille plastique après traitement. Il n'existe aucun traitement fongicide spécifique. Une stérilisation plus longue à une température plus élevée peut être nécessaire.

Moisissures adventices

Généralités

Les moisissures adventices poussent dans le substrat et peuvent affecter la croissance du mycélium de champignon par antagonisme direct ou par compétition pour les éléments nutritifs. Dans les deux cas, la quantité de substrat disponible pour le champignon diminue et le rendement est proportionnellement réduit. Dans certains cas, la présence des moisissures adventices indique que le milieu ne convient pas à la croissance du champignon et peut indiquer des erreurs dans la préparation du substrat.

Les *Chaetomium* spp. sont présents lorsque le substrat est de mauvaise qualité. Des facteurs tels que la pasteurisation à une température trop élevée, de fortes variations de température ou un manque important d'oxygène (en dessous de 16%) entraînent une augmentation de la teneur en ammonium (NH₃) qui favorise l'apparition de *Chaetomium olivaceum* (et également *C. globosum*), tolérant à l'ammonium. 10 jours après l'ensemencement avec le blanc, un mycélium blanc-grisâtre apparaît dans le substrat, puis un duvet vert-olive de périthèces laineux se développe à la surface du blanc. Le pathogène émet une odeur de moisi caractéristique. Le rendement est parfois diminué.

Scopulariopsis fimicola se développe dans du substrat humide et gras qui n'a pas eu suffisamment d'oxygène au cours de la fermentation et qui n'est donc pas assez composté, tandis que *Papulaspora byssina* indique un substrat excessivement humide. Le substrat reste collant et de couleur sombre. Ces moisissures adventices sont le plus souvent observées dans les lits inférieurs. *S. fimicola* produit des taches de mycélium blanches et denses, et la surface de la terre de gobetage ou du substrat semble densément recouverte de farine. Les colonies de *P. byssina* sont initialement blanches mais elles se transforment à maturité en une masse granuleuse de couleur cannelle. Les deux pathogènes produisent un grand nombre de spores et se disséminent facilement. Aucun mycélium de champignon ne croît aux endroits où *S. fimicola* et *P. byssina* sont présents.

Sporendonema purpurascens est une moisissure adventice commune qui pousse dans le substrat et la terre de gobetage et produit du mycélium blanc, qui devient rose brillant puis rouge carmin poudreux. Il est disséminé par les spores au cours de l'arrosage ou de la récolte. Il cause des réductions mineures du rendement.

Stratégie

La lutte à l'aide de fongicides n'est pas possible. Les seules mesures possibles sont préventives: pic de chauffage du substrat à la bonne température, aération adéquate et substrat pas trop humide. La dissémination de *S. fimicola* et *P. byssina* peut être empêchée par de bonnes pratiques sanitaires. Si des *Chaetomium* spp. ou *Verticillium* spp. sont présents, il est très important que la stérilisation soit effectuée correctement après la récolte (température du substrat: 70°C pendant 12 h).

Pseudomonas tolaasii (tache bactérienne)

Généralités

La tache bactérienne est l'une des maladies les plus communes et sérieuses des cultures de champignons. Les organes de fructification jeunes, et par la suite les chapeaux, sont colonisés par *Pseudomonas tolaasii* au fur et à mesure de leur développement. *P. tolaasii* est favorisé par des températures supérieures à 20°C et particulièrement par les conditions humides, par ex. lorsque, après l'arrosage, les champignons ne sont pas secs en 2-3 h. Les premiers symptômes sont des taches beiges sur les chapeaux. Une toxine produite par le pathogène entraîne la lyse des cellules du champignon, libérant des enzymes qui causent la mort de certaines cellules, ce qui limite l'infection à une lésion de surface. Le pathogène est généralement présent dans les cultures de champignons, mais ne cause des dégâts que lorsque les conditions lui sont favorables. Dans les endroits où les champignons restent mouillés pendant de longues périodes, les taches d'abord claires peuvent brunir et se disséminer sur l'ensemble de la surface du chapeau. Les pieds peuvent également être touchés. Les taches peuvent se développer après la récolte, surtout si les champignons sont stockés à une

température variable qui permet la condensation de l'eau à leur surface.

Stratégie

La température et l'humidité relative doivent être contrôlées pour assurer que les gouttelettes d'eau ou les films d'humidité sur les champignons sèchent en 2-3 h. Une ventilation adéquate doit être assurée après l'arrosage. L'application de chlore à 150 ppm à chaque arrosage de la terre de gobetage aide à maintenir une incidence faible.

***Pseudomonas* sp. (momies)**

Généralités

La maladie des momies est relativement rare mais elle peut causer des dégâts graves. Elle est probablement due à une infection interne du mycélium par une bactérie (*Pseudomonas* sp.). Les organes de fructification infectés deviennent gris et s'ouvrent prématurément. Lorsque la croissance continue, le pied est déformé, brun pâle, avec une inclinaison asymétrique du chapeau. La base est parfois gonflée et peut développer des rhizomorphes. Les champignons durcissent et deviennent spongieux ou parcheminés. Ils sont râpeux au toucher à la récolte et une grosse motte de terre de gobetage reste accrochée à la base. Si on coupe le pied, on entend un craquement et la face coupée est de couleur brun-rougeâtre. Les champignons infectés ne pourrissent pas, mais ils sèchent et se ratatinent. La maladie est disséminée par le mycélium vivant infecté, mais pas par les spores. Elle peut se disséminer dans les lits affectés à raison de 10-30 cm par jour, mais elle ne peut pas passer d'un lit à un autre.

Stratégie

La croissance bactérienne est intracellulaire et la lutte est donc difficile. Il n'existe pas de traitement chimique direct. La dissémination peut être limitée en empêchant le contact des mycéliums entre les plateaux ou en isolant les lits ou les zones touchées (en creusant une gouttière de 20 cm de large sur 2 m de long de chaque côté de la zone suspecte). Éviter un arrosage excessif. Lorsque la maladie est présente, tout le substrat et la terre de gobetage doivent être immédiatement éliminés, et les planches du fond et de côté doivent être traitées avec de la formaline. La bactérie peut persister dans du mycélium de champignon présent dans le bois et une stérilisation soignée à la fin du cycle de développement est essentielle (70°C pendant 12 h). Cette maladie est parfois associée à une source particulière de blanc. Si elle persiste, il est conseillé de changer de blanc.

Virus

Généralités

Une seule virose des cultures d'*A. bisporus* est connue. Cette maladie, appelée simplement virose, dépérissement ou maladie de La France (parce qu'elle a été trouvée pour la première fois dans l'exploitation des frères La France aux Etats-Unis en 1948), est extrêmement infectieuse et peut causer des dégâts graves. L'apparition du dépérissement dans la culture dépend du moment de l'infection, de la quantité de spores malades et de la concentration du virus. Il existe une multitude de symptômes, dont le seul facteur commun est la diminution du rendement. Certains de ces symptômes sont les suivants: le chapeau et le pied des champignons infectés sont presque en une seule pièce; les pieds sont longs et souvent courbés; les chapeaux sont petits et plats; les organes de fructification sont blanc-grisâtres à bruns, n'adhèrent pas à la terre de gobetage, se développent lentement et s'ouvrent rapidement.

Stratégie

La maladie est transmise par les spores infectées et le mycélium. Les spores sont transmises par la circulation de l'air (ventilation ou vent) ou par des conteneurs sales dans le cas d'une stérilisation inadéquate. A la fin du cycle de production, les locaux doivent être stérilisés à 70°C pendant 12 h; après semis du blanc, des feuilles de papier doivent être déposées sur le substrat et humidifiées deux fois par semaine avec une solution de formaline à 0.5% (le papier doit être enlevé juste un jour avant le dépôt de la terre de gobetage). Les bouches d'aération et les conduits d'arrivée d'air doivent être équipés de filtres de 2 µm pendant l'ensemble de la période de croissance. Les filtres doivent être désinfectés. Si le dépérissement est observé dans les locaux, les organes de fructification malades doivent être éliminés et une solution de formaline à 2% doit être pulvérisée. Si la maladie est présente à grande échelle, la culture doit être immédiatement stérilisée. Dans ce cas, un cultivar résistant doit être utilisé pendant un certain temps. Les virus des champignons peuvent être détectés par IEM (immunosorbent electron microscopy) et par analyse des ARN bicaténaires.

Phorides

Généralités

Les phorides sont de petits (< 2 mm) moucheron de couleur noir-brunâtre qui se déplacent rapidement. Ils sont facilement reconnaissables à leur apparence bossue, leurs ailes courtes et leurs antennes très

courtes, presque invisibles. Trois espèces sont des ravageurs des champignons: *Megaselia halterata*, *Megaselia nigra* et *Megaselia bovista*. Les dégâts sont causés par les larves qui s'alimentent sur le mycélium du champignon et se nymphosent dans le substrat. Les larves et les nymphes ne sont pas aussi faciles à observer que les adultes. Les infestations précoces au cours de l'ensemencement sont les plus dangereuses. Des populations importantes de larves peuvent détruire totalement le mycélium, de sorte que très peu de champignons se développent. Les larves de *M. halterata* (l'espèce la plus commune) s'alimentent seulement sur le mycélium dans le substrat et la terre de gobetage (sans pénétrer dans les champignons), tandis que celles de *M. nigra* se développent à partir d'œufs qui sont pondus dans le champignon en développement et creusent dans les pieds et les chapeaux. La durée entre la ponte et l'émergence des adultes est de 15 jours à 24°C (50 ou 24 jours, respectivement à 15 et 20°C). Les adultes peuvent causer des dégâts indirects en agissant comme des vecteurs d'acariens, de nématodes, de maladies fongiques et de bactéries.

Stratégie

Les mesures préventives sont les plus importantes. Les adultes sont attirés par l'odeur du mycélium en développement et des mesures sanitaires strictes doivent donc être maintenues pendant au moins quatre semaines après l'ajout du blanc. Le substrat utilisé doit être éliminé immédiatement des locaux et tous les déchets doivent être détruits. Au cours de la stérilisation de fin de culture, la température doit être maintenue à 58°C pendant 12-18 h ou à 70 °C pendant 8-12 h, ce qui permet de tuer les larves. Les entrées et sorties du système de ventilation doivent être correctement protégées par des écrans arrêtant les mouches. Les écrans ou filtres à poussière ne suffisent généralement pas.

Les infestations sont facilement détectables car la lumière attire les mouches adultes. Des pièges à lumière noire (lumière fluorescente) peuvent être utilisés pour la surveillance. Si nécessaire, des pulvérisations d'insecticide peuvent être appliquées à plusieurs reprises, en particulier après l'ensemencement, après le dépôt de la terre de gobetage, 10 jours après, une semaine plus tard, et entre les volées jusqu'à 2 jours avant la récolte.

Principaux insecticides

Pulvérisations: chlorfenvinphos, deltaméthrine, diazinon, dichlorvos, nicotine, perméthrine, resméthrine, sulfotep et également des régulateurs de croissance des insectes: cyromazine, diflubenzuron, methoprène.

Sciarides

Généralités

Les sciarides ressemblent à des moustiques (2 mm de long). Elles ont des antennes longues et dressées, une tête et un thorax noirs, et un abdomen brun sombre. Elles sont présentes dans la nature sur le matériel en décomposition (feuilles, champignons, bois, fumier, etc.). Les femelles pondent dans le substrat ou la terre de gobetage. Les larves mesurent jusqu'à 5 mm de long et sont de couleur blanc brillant avec une tête noire. Elles s'alimentent sur le substrat et sur le mycélium et creusent dans les champignons à tous les stades de production. Les adultes peuvent être des vecteurs de maladies fongiques (voir *Mycogone perniciosa*, *Verticillium fungicola*), de maladies bactériennes, d'acariens et de nématodes.

Les espèces les plus courantes en Europe sont *Lycoriella solani*, *L. auripila*, *L. castanescens* et *L. ingenua*. *Bradysia* spp. est parfois présent.

Stratégie

Les méthodes de lutte contre les sciarides sont les mêmes que contre les phorides mais la lutte biologique avec le nématode parasite *Steinernema feltiae* est également possible.

Principaux insecticides

Comme pour les phorides.

Cécidomyies

Généralités

Les cécidomyies (par ex. *Heteropeza pygmaea*, *Mycophila speyeri*, *Mycophila barnesi*) sont de minuscules insectes de couleur brun foncé (< 1 mm), qui causent très occasionnellement des problèmes dans les cultures de champignons. Les larves (qui mesurent jusqu'à 2 mm de longueur et sont blanches, jaunes ou oranges) vivent dans le substrat en se nourrissant du mycélium. Elles remontent également à l'extérieur des pieds et des chapeaux des champignons. Les larves sont généralement produites par parthénogenèse (c'est à dire sans accouplement). Elles restent dans le substrat tant que celui-ci est humide; lorsqu'il est sec, elles remontent à la surface et forment des agrégats au bord des lits ou des casiers. Elles tombent souvent sur le sol où elles peuvent facilement être transportées sur les outils, ou les vêtements et les chaussures du personnel. L'infestation initiale est due à de la tourbe contaminée.

Stratégie

Les désinfectants à base de phénol ou de crésyl peuvent être efficaces contre les larves dissimulées dans les structures. Des mesures sanitaires strictes doivent être prises lors du stockage de la tourbe.

Principaux insecticides

Comme pour les phorides. Les mêmes larvicides (pas les régulateurs de croissance d'insectes) contrôlent *Mycophila* spp.

Acariens

Généralités

L'acarien *Tarsonemus myceliophagus* peut être un ravageur important des cultures de champignon lorsqu'il est présent en très grands nombres. Les adultes sont très petits (< 0.2 mm) et ont un tégument relativement dur et brillant. Le cycle de développement nécessite seulement 11 jours à 24°C et 12 jours à 16°C. Les cultures subissent des dégâts importants lorsque l'infestation initiale a lieu peu après l'ensemencement. Cet acarien s'alimente sur toutes les parties du champignon. D'autres acariens, tels que *Tyrophagus lintneri* et *Caloglyphus mycophagus*, sont susceptibles de causer des dégâts sur les champignons déjà endommagés par d'autres organismes nuisibles. Le corps de ces acariens mesure de 1 à 1,5 mm de long et porte de longs poils. Ils se déplacent lentement.

De nombreux autres espèces peuvent être présentes dans les locaux et leur présence en grand nombre indique un mauvais entretien. Les *Pygmephorus* spp. sont de très petits (0,25 mm) acariens rouges qui s'alimentent sur les moisissures. Des populations importantes peuvent provoquer le rejet de la culture en raison de leur couleur brillante. *Linnopodes antennaepes* a de très longues pattes, se déplace rapidement et s'alimente sur les acariens et les nématodes. *Histiostoma feroniarum*, qui est saprophage, est parfois présent en grands nombres sur les chapeaux des champignons. Des acariens prédateurs (par ex. les espèces des genres *Arctoseius*, *Dendrolaelaps* et *Macrocheles*) sont parfois également présents et indiquent la présence de leurs proies (acariens, nématodes, insectes).

Stratégie

De bonnes conditions sanitaires doivent être maintenues dans les locaux, en particulier grâce à l'utilisation de filtres à air appropriés. Les mouches doivent être contrôlées car elles peuvent être des vecteurs des acariens. La lutte contre les moisissures adventices est également importante car il s'agit d'un de leurs aliments préférés. La pasteurisation à 58-60°C pendant 6-8 h détruit les acariens dans le substrat. La terre de gobetage doit être désinfectée à 65-70°C pendant 3 h. Si des acariens sont néanmoins présents, des nébulisations de dichlorvos peuvent être appliquées

entre les volées. L'acaricide dicofol peut être utilisé de l'ensemencement jusqu'à 10 jours après le dépôt de la terre de gobetage.

Principaux acaricides

Pulvérisations: dicofol.

Nébulisations: dichlorvos.

Nématodes

Généralités

Des nématodes sont présents dans presque tous les locaux de culture des champignons car le substrat et la terre de gobetage constituent des environnements favorables où ils peuvent se nourrir de matière organique en décomposition ou de mycélium. Les espèces mycophages (*Ditylenchus myceliophagus*, *Aphelenchoides substraticola*, *Aphelenchoides avenae*, etc.) se nourrissent exclusivement de champignons et sont les nématodes parasites les plus importants d'*A. bisporus*. Cependant, les rhabdites saprophages (*Caenorhabditis elegans* et autres) peuvent également se développer abondamment aux sites d'infestation.

Presque tous les producteurs d'*A. bisporus* font face à des infestations de nématodes car les champignons sont cultivés dans des substrats qui contiennent invariablement une faune de nématodes indigènes avant l'ensemencement. Ces nématodes ne sont généralement pas un problème lorsque les conditions sanitaires sont adéquates et que le cycle de production ne dépasse pas 8 semaines. Par contre, dans des conditions optimales, ces nématodes peuvent se multiplier très rapidement, en produisant des populations très importantes en peu de temps et en provoquant des problèmes dans les cultures.

Le premier signe de contamination par des espèces mycophages est une réduction de la culture, en général par zones. Le substrat de surface s'affaisse et le substrat du dessous se ramollit et devient malodorant.

La plupart des *Pleurotus* spp. sont résistants aux attaques par les nématodes mycophages et certains sont même capables de parasiter des nématodes saprophages et de les utiliser comme sources de nourriture.

Stratégie

Le meilleur moyen de lutter contre les nématodes est d'assurer une forte croissance du mycélium de champignon dans le substrat grâce à une pasteurisation et à un conditionnement efficace du substrat (55-60°C pendant 8 h). *Ditylenchus myceliophagus* peut toutefois survivre à l'état anhydre dans le bois des plateaux en l'absence de cultures de champignon et résister au traitement à la chaleur. Dans ces circonstances, il peut être nécessaire d'humidifier les plateaux avant la pasteurisation. La terre de gobetage peut également être désinfectée (65°C pendant 3 h), mais ce traitement peut être toxique pour la microflore induisant les

sporophores. A la fin du cycle de production, les locaux doivent être correctement stérilisés. Les cultures fortement infestées doivent être éliminées et détruites.

Une attention particulière doit être portée aux mesures sanitaires générales dans et autour des locaux, et au contrôle des vecteurs potentiels (en particulier les mouches). La formaline peut être utilisée pour nettoyer la tourbe et également comme désinfectant général du bois et du matériel. L'eau de drainage peut également disséminer les nématodes. Les conduits de ventilation doivent être obturés par des écrans et des joints doivent être maintenus autour des portes. Les cultures récemmentensemencées peuvent être protégées à l'aide d'aérosols, de fumées, de nébulisations de pyréthrinés ou autres insecticides volatiles.

Des champignons qui piègent les nématodes, comme *Arthrobotrys robusta* et *Arthrobotrys oligospora*, sont utilisés comme agents de lutte biologique contre les nématodes mycophages. Ils peuvent stimuler la croissance mycélienne et améliorer la récolte lorsqu'ils sont ajoutés au substrat en même temps que le blanc, même en l'absence de nématodes.