

Gesunde Pilzkulturen durch Hygienemassnahmen

Peter P. Kalberer, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, CH-8820 Wädenswil, Schweiz

Im Pilzanbau können die Erträge durch Krankheiten und Schädlinge, die das Erntegut, die Pilzfruchtkörper, befallen, und durch Konkurrenten, die das gleiche Substrat wie der Speisepilz besiedeln, reduziert werden. Durch Pflanzenschutzmassnahmen will man Schäden verhindern oder sie möglichst klein halten. Der Pflanzenschutz umfasst Hygienemassnahmen und den Einsatz von Pestiziden. Manche Praktiker fragen, wenn sie Probleme mit Schädlingen oder Krankheiten in den Kulturen haben, zuerst nach Pestiziden. Pflanzenschutz ist nur in letzter Linie die Anwendung von Pestiziden. Der Einsatz von Pestiziden sollte auf ein Minimum reduziert sein und für schwerwiegende Problemsituationen reserviert bleiben. Daueranwendungen von Pestiziden auf den Kulturen darf es im Pilzanbau, der nicht in der freien Natur sondern in geschlossenen Anbauräumen unter kontrollierten Bedingungen erfolgt, nicht geben. Pflanzenschutz ist in erster Linie die Verhütung von Schädlings- und Krankheits-Problemen durch gezielte und wohlüberlegte Vorbeugung, durch Hygienemassnahmen.

Ich möchte den Begriff Hygienemassnahmen in meinen Ausführungen weit fassen. Zu den Hygienemassnahmen zähle ich alle Massnahmen, auch Kulturmassnahmen, die einen Schädlings- oder Krankheitsbefall verhindern oder reduzieren. Die Anwendung von Pestiziden in den Kulturen will ich in meinem Vortrag nicht besprechen. Nur die chemische Desinfektion der leeren Anbauräume zwischen Champignon-Kulturen werde ich erwähnen.

Der Pflanzenschutzverantwortliche

Die im Pilzanbau verwendeten Substrate sind für viele Lebewesen, für verschiedene Insekten, Milben, Nematoden, Pilze und Bakterien gute Nährmedien. Auch in und auf dem vegetativen Myzel und den Fruchtkörpern der kultivierten Pilze gedeihen verschiedene Schädlinge. Will man einen guten Ertrag und gesunde Pilze, so muss man den kultivierten Pilz vor Konkurrenten und Schädlingen schützen. Der Pflanzenschutz ist in den Pilzkulturen ein sehr wichtiges Problem. Die Pflanzenschutzmassnahmen, vor allem die Hygiene, wirken sich direkt und stark auf den Ertrag aus. Aus diesem Grunde sollte es in jedem Betrieb eine Person geben, die für den Pflanzenschutz verantwortlich ist. Diese Person muss die Krankheiten und Schädlinge gut kennen. Sie muss wissen, wie Krankheiten und Schädlinge in die Kulturen gelangen können. Sie muss auch die Hygienemassnahmen kennen, die einen Befall und eine Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen verhindern. Diese Person muss genügend Zeit für ihre Aufgabe haben.

Folgende Aufgaben fallen der für den Pflanzenschutz verantwortlichen Person zu:

- 1) Die Vorbeugungs- und Hygiene-Massnahmen des Betriebs festlegen, selber durchführen oder überwachen.
- 2) Täglich sämtliche Anlagen genau und mit tauglichen Mitteln auf Krankheits- und Schädlingsbefall prüfen und die gemachten Beobachtungen festhalten.
- 3) Tritt in den Kulturen ein Problem auf, so muss der Pflanzenschutz- Verantwortliche zuerst nach den Ursachen des Problems suchen. Er muss die Kulturen und die technischen Anlagen und Einrichtungen genau untersuchen. Sobald er die Situation überblickt, muss er die Gegenmassnahmen planen und durchführen, bzw. durchführen lassen. Mit den Gegenmassnahmen will er das bestehende Problem lösen und vor allem verhindern, dass das gleiche Problem später wieder auftreten wird.

Ich möchte nach diesen einleitenden, allgemeinen Bemerkungen die nach meiner Ansicht kritischen Punkte bei den einzelnen Kulturen beleuchten. Ich will nacheinander über die Verhütung von Schädlings- und Krankheitsproblemen im Shiitake-, Pleurotus- und Champignon-Anbau sprechen.

Der Shiitake-Anbau

Der Shiitake wird bei uns häufig auf Sägemehlsubstraten mit verschiedenen Zusätzen kultiviert. Infektionen auf und im Substrat durch Substratkonkurrenten sind heute in vielen Betrieben das Hauptproblem. Sie wirken sich in der Inkubations- und in der Erntephase aus.

Substratbestandteile:

Je weniger die Ausgangsmaterialien für das Substrat wie Sägemehl, Maismehl, Kleie mit Schimmelpilzen und Bakterien verunreinigt sind, um so sicherer wird die Kultur.

Hitzebehandlung des Substrats:

Die notwendige Dauer und die Temperatur der Hitzebehandlung hängen von der Qualität der Ausgangsstoffe des Substrates ab. Je sauberer die Ausgangsstoffe sind, um so kürzer kann die Dauer und um so tiefer kann die Temperatur der Hitzebehandlung sein. Ich arbeite z.B. mit trockenem, heiss gepresstem Sägemehl aus einer Parkettfabrik. Das Sägemehl entstand beim Bearbeiten von gut getrocknetem, sauberem Holz und ist wegen des heissen Pressens praktisch frei von Pilz- und Bakterien-Verunreinigungen. Unter diesen Umständen genügt eine Hitzebehandlung des Substrats von 95-98°C. Sägemehl, welches nass längere Zeit gelagert wurde und von Pilzen und Bakterien besiedelt ist, sollte bei 121°C autoklaviert werden. Entsprechende Überlegungen gelten für Kleie, Maismehl und andere Zusätze.

Nicht vergessen darf man, dass die Hitzebehandlung nicht allein zur Desinfektion des Substrats sondern auch zum Aufschliessen des Substrats gebraucht wird. Wasser muss in die Poren gelangen und die Strukturen quellen.

Das Substrat kann entweder in Kulturbeuteln oder offen in der Masse der Hitzebehandlung unterworfen werden. Die Hitzebehandlung in Beuteln ist bezüglich Pflanzenschutz viel einfacher und sicherer als die Hitzebehandlung in der Masse, weil Infektionen des Substrates viel leichter verhindert werden können. Bei der Hitzebehandlung von nicht abgesacktem Substrat erfolgt das Absacken meist nach dem Spicken. Spicken und Absacken erfordern in diesem Falle Einrichtungen, die das offene Substrat vor Infektionen schützen. Infektionen beim Spicken und Absacken führen meist zu Totalausfällen schon in der Inkubationsphase.

Spicken:

Das hitzebehandelte Substrat ist für verschiedene Schadpilze und Insekten ein gutes Substrat. In den meisten Shiitake-Betrieben ist das Spicken die kritischste Phase. Während des Spickens ist die Infektionsgefahr sehr hoch. Pilz-Infektionen beim Spicken bringen Ausfällen in der Inkubations-Phase. Der Spickvorgang muss deshalb sehr sorgfältig geplant werden. Alle Arbeitsabläufe müssen mit Blick auf das Infektionsproblem durchgeführt werden. Das Spicken des Substrats in Beuteln ist technisch wesentlich einfacher und sicherer als das Spicken des Substrats in der Masse. Für das Spicken in der Masse sind teure Einrichtungen notwendig.

Selbstverständlich darf die Brut nicht infiziert sein. Bei Verdacht auf Infektionen sind Tests notwendig.

Die Brut muss in genügender Menge gleichmässig in das Substrat gemischt werden. Beim abgesackten Substrat ist das Zumischen der Brut, sofern der Beutel genügend Luftvolumen hat, relativ einfach. Das homogene Zumischen der Brut zum Substrat ist wichtig, weil ein rasches und gleichmässiges Durchwachsen des Substrats wichtig ist. Das Shiitake-Myzel schützt das Substrat vor Infektionen. Beim Spicken ist auch darauf zu achten, dass das Substrat gelockert und damit gasdurchlässig wird.

Gasaustausch während der Inkubation:

Ein genügender Gasaustausch während der Inkubation fördert ein rasches und kräftiges Durchwachsen des Substrats. Bei ungenügendem Gasaustausch sehen die äusseren Substratbereiche unmittelbar unter der Plastikoberfläche der Säcke zwar gut durchgewachsen aus; im Blockinnern ist die Myzeldichte aber ungenügend. Eine ungenügende Sauerstoffversorgung des Myzels verlangsamt die Aufnahme von löslichen Zuckern aus dem Substrat. Lösliche Zucker werden durch extrazelluläre Enzyme des Shiitake freigesetzt. Während der Erntephase können

lösliche Zucker im Substrat, wenn die Blockoberfläche nicht mehr durch Plastik geschützt ist, Schadpilz-Infektionen begünstigen.

Erntephase:

Optimale Bedingungen für das Pilzmyzel während der Inkubation, die zu einem gesunden und kräftigen Myzel im Substratblock und an der Blockoberfläche führen, sind die besten Voraussetzungen für geringe Infektionsprobleme in der Erntephase. Es ist meine langjährige Erfahrung, dass gut durchwachsene Blöcke rasch einen guten 1.Trieb geben und bis zum ersten Eintauchen in Wasser keine Infektionsprobleme haben.

Nach dem Eintauchen kann die Infektionsanfälligkeit vor allem nach starken ersten Trieben zunehmen. Ich habe den Eindruck, dass beim Eintauchen Stoffe, die gegen Infektionen schützen, ausgewaschen werden.

Auf einen wichtigen Punkt muss ich noch hinweisen: Kurze Erntephasen vermindern das Infektionsrisiko. Je länger man braucht, um einen guten Ertrag zu erzielen, um so grösser wird das Infektionsrisiko. Die Kulturen müssen also so geführt werden, dass sie in kurzer Zeit einen guten Ertrag geben. Ein starker 1.Trieb ist wichtig.

Anforderungen an Spick-, Inkubations- und Kulturräume:

Der Spickraum muss je nach den erforderlichen Arbeitsabläufen mehr oder weniger aufwendig ausgerüstet sein. Ueberdruck und sterilfiltrierte Luft sind je nach den Umständen notwendig.

Für alle Räume gilt: Wände und Böden müssen glatt sein und sich leicht reinigen lassen. Glatte Oberflächen erleichtern die Desinfektion nach Infektionsproblemen. Als chemische Desinfektionsmittel für Spickräume sehe ich Mittel, wie sie in Spitälern gebraucht werden. Ich glaube nicht, dass Mittel zur Desinfektion von Spickräumen wie andere Pflanzenbehandlungsmittel bewilligt werden müssen. Für Kulturräume sieht die Sache anders aus. In der Schweiz müssen Mittel zur Desinfektion der Kulturräume eine Zulassung haben. Für den Shiitakeanbau sind keine Desinfektionsmittel für Kulturräume zugelassen.

Räume, die erhitzt werden können, haben Vorteile. Bei Inkubations- und Ernteräumen verhindern Türen und dichte Räume sowie eine Luftzufuhr mit Filtration, den Zutritt von Insekten und je nach Filter auch von Pilzsporen.

Anforderung an die Mitarbeiter:

Je sensibler die Arbeit, um so besser müssen die Mitarbeiter geschult sein. Sie müssen klar wissen, worauf es bei den einzelnen Arbeiten, z.B. beim Spicken, ankommt.

Zusammenfassung: Probleme im Shiitakeanbau und mögliche Ursachen

Pilzinfektionen im Substrat während der Inkubationsphase:

- 1) Substratbestandteile waren verunreinigt und die Substraterhitzung war ungenügend (Temperatur, Dauer).
- 2) Der Absack- und/oder der Spickvorgang wurden zu wenig sorgfältig durchgeführt. Die Gerät oder der Inkubationsraum waren mit dem Schadpilz verunreinigt.
- 3) Die Brut war infiziert.

Pilzinfektionen im Substrat während der Erntephase:

- 1) Das Myzelwachstum im Substratblock war während der Inkubationsphase wegen suboptimalen Bedingungen schlecht.
- 2) Das Substrat war stark infektionsanfällig wegen Substrat-Inhaltstoffen (z.B. lösliche Zucker), die das Schadpilzwachstum begünstigten.
- 3) Die Kulturen wurden zu früh in die Ernte gebracht

Trauermückenprobleme:

- 1) Die Hitzebehandlung des Substrates war ungenügend
- 2) Die Anlagen ab Hitzebehandlung waren nicht insektendicht (Spicken, Anwachsen und Ernte).

Der Pleurotus-Anbau

Der Austernpilz wird meist auf Strohsubstraten kultiviert. Im Unterschied zum Shiitake wächst er schneller und setzt sich besser gegen Konkurrenten durch, was die Kultur erleichtert.

Hauptprobleme sind: Pilz-Infektionen in und auf dem Substrat, Insekten-Larven im Substrat sowie in und auf den Fruchtkörpern.

Substratbestandteile:

Das verwendete Stroh sollte sauber, d.h. ohne Erde, und nicht verschimmelt sein. Je weniger die Ausgangsmaterialien für das Substrat wie Stroh vor der Substratherstellung mit Pilzen und Bakterien verunreinigt sind, um so sicherer wird die Kultur.

Hitzebehandlung des Substrats:

Auch beim Austernpilz hängen die Dauer und die Temperatur, die bei der Hitzebehandlung oder Fermentation notwendig sind, von der Qualität der Ausgangsstoffe des Substrats ab. Je sauberer die Ausgangsstoffe sind, um so kürzer kann die Dauer und um so tiefer kann die Temperatur sein. Bei einem ungenügend pasteurisierten oder hitzebehandelten Substrat, mit verseuchten Substrat-Bestandteilen treten Infektionsprobleme meist bereits während der Inkubationsphase auf.

Nicht vergessen darf man, dass die Hitzebehandlung oder die Fermentation nicht allein zur Desinfektion sondern auch zum Aufschliessen des Substrats gebraucht werden.

Das Substrat wird meist offen der Hitzebehandlung unterworfen und das Absacken erfolgt nach dem Spicken oder Durchwachsen. Die Vorgänge, Spicken und Absacken, erfordert auch beim Austernpilz Einrichtungen, die den Zutritt von Infektionen (von Pilzen und Insekten) in dieser Phase verhindern. Die Pleurotuskultur ist aber, besonders wenn das Stroh nicht aufgewertet wird, wesentlich weniger anfällig auf Infektionen als die Shiitakekultur.

Spicken:

Die Arbeitsabläufe beim Spicken müssen sorgfältig geplant und ausgeführt werden. Beim Spicken ist darauf zu achten, dass die Brut nicht infiziert ist und dass sie gleichmässig und in genügender Menge in das Substrat gemischt wird. Das homogene Zumischen zum Substrat ist wichtig, weil ein rasches und gleichmässiges Durchwachsen des Substrats wichtig ist. Das Pleurotus-Myzel schützt das Substrat vor Infektionen. Während des Spickens und bis das Substrat durchwachsen ist, bleibt die Infektionsgefahr relativ hoch. Die Inkubationsräume müssen sauber und insektendicht sein.

Erntephase:

Optimale Bedingungen für das Myzelwachstum während der Inkubation sind Voraussetzungen für die Entwicklung eines gesunden und kräftigen Myzels im Substratblock. Ein kräftiges Myzel gibt den besten Schutz gegen Infektionen in der Erntephase. Zu den optimalen Bedingungen gehört ein guter Gasaustausch.

Treten Insektenprobleme früh in der Erntephase auf, so wurde das Substrat ungenügend erhitzt oder es wurde beim Abkühlen, Spicken oder während der Inkubationsphase befallen. Luftfilter, dichte Räume und saubere Geräte und Einrichtungen sind notwendig.

Auch beim Austernpilz gilt: Kurze Erntephasen vermindern das Infektionsrisiko. Je länger man braucht um einen guten Ertrag zu erzielen, um so grösser ist das Infektionsrisiko. In einem verbrauchten Substrat ist die Abwehrkraft des Pilzmyzel nach meinen Erfahrungen schwächer.

Anforderungen an Spick-, Inkubations- und Kulturräume:

Die kritischsten Phasen für Substratinfektionen sind die Abkühlphase der Hitzebehandlung, das Spicken und die frühe Durchwachsphase. Das hitzebehandelte Substrat ist für viele Pilzsporen und Insekten, die in der Luft vorkommen, ein gutes Substrat. Der Spickraum muss sauber sein und die Zuluft muss durch Luftfilter geführt werden. Der Spickraum sollte, verglichen mit der Umgebung,

einen Luftüberdruck haben.

Für alle Räume gilt: Glatte Wände und Böden, die sich leicht reinigen lassen, erleichtern die Sauberhaltung und die vorbeugende Desinfektion sowie die Desinfektion nach Infektionsproblemen. Als chemische Desinfektionsmittel für Spickräume sehe ich Mittel, wie sie in Spitälern gebraucht werden. Ich glaube nicht, das Mittel zur Desinfektion von Spickräume wie andere Pflanzenbehand-lungsmittel bewilligt werden müssen. Für Kulturräume sieht die Sache anders aus. In der Schweiz müssen Mittel zur Desinfektion der Kulturräume eine Zulassung haben. Für den Pleurotusanbau sind bis heute keine zugelassen. Räume, die nach Problem-Kulturen erhitzt werden können (Dämpfen) haben wesentliche Vorteile. Dichte Türen und Räume sowie eine Luftzufuhr mit Filtration verhindern den Zutritt von Insekten und je nach Filterporengrösse von Pilzsporen.

Anforderung an die Mitarbeiter:

Je sensibler die Arbeit, um so besser müssen die Mitarbeiter geschult sein. Sie müssen wissen, worauf es bei den einzelnen Arbeiten ankommt.

Zusammenfassung: Probleme im Austernpilzanbau und mögliche Ursachen

Schadpilzinfektionen im Substrat:

- 1) Die Substratbestandteil waren verunreinigt und die Substratbehandlung war ungenügend (Temperatur, Dauer).
- 2) Der Spickvorgang wurde zu wenig sorgfältig durchgeführt.
- 3) Infizierte Brut wurde verwendet.
- 4) Der Inkubationsraum war mit dem Schadpilz verunreinigt.
- 5) Wegen ungünstigen Anbaubedingungen war das Myzelwachstum schlecht.
- 6) Wegen Inhaltstoffen (z.B. lösliche Zucker), die das Schadpilzwachstum begünstigen, war das Substrat stark infektionsanfällig.

Trauermückenprobleme:

- 1) Die Anlagen sind nicht insektendicht (Abkühlen nach der Hitzebehandlung, Spicken, Anwachsen und Ernte).
- 2) Die Hitzebehandlung des Substrats war ungenügend.

Gallmückenlarven:

Die Hitzebehandlung des Substrats war ungenügend oder die Räume und Geräte wurden ungenügend desinfiziert.

Bakterienflecken auf Pilzen:

Es bestehen Klimaprobleme Die Luftfeuchtigkeiten ist zu hohe bei zu geringer Luftgeschwindigkeit.

Der Champignon-Anbau

Der Champignon wird auf einem kompostierten Substrat mit einer darüberliegenden Deckerdeschicht kultiviert. Verglichen mit Shiitake- oder Pleurotus-Substrat ist ein gutes Champignonsubstrat weniger infektionsanfällig und für den Champignon relativ spezifisch. Die Deckerde ist, was Pflanzenschutz betrifft, für Betriebe, die ohne Pestizide arbeiten, meist eine Schwachstelle.

Probleme: Trockene Molle (*Verticillium fungicola*)
Grünschimmel (*Trichoderma* sp.)

Spinnwebschimmel (*Dactylium dendroides*)

Bakterienflecken

Virusprobleme

Trauermücken und Milben

Gallmücken

Myzelfressende Nematoden

Trockene Molle:

Die Trockene Molle ist heute in den schweizerischen Champignonkulturen Problem Nummer 1. Bei einer Neuinfektion gelangt der Schadpilz häufig mit der Deckerde in den Betrieb. Vor allem bei Deckerden, die Torf aus oberflächennahen Schichten enthalten, ist mit einer Verseuchung durch *Verticillium fungicola* zu rechnen. Bei uns sind für die Entseuchung der Deckerde vor dem Decken keine chemischen Mittel, wie z.B. Formalin, zugelassen. Es bleibt also nur die Hitzebehandlung. Die Hitzebehandlung ist aber heute nicht beliebt, teuer und hat Nachteile. Die Ausbreitung der Trockenen Molle in einem Betrieb, in dem bereits Infektionsherden vorkommen, erfolgt durch Giesswasser, Menschen, Geräte und Insekten. Vor allem Giesswasser verteilt die *Verticillium*-Sporen sehr rasch auf einem infizierten Beet. Auch wenn nur einzelne befallene Pilze vorkommen, ist bald das ganze Beet verseucht. Das gründliche Reinigen und Desinfizieren von Händen und Schuhen, von Geräten und Einrichtungen, die in verseuchten Anlagen waren, ist absolut notwendig. Das Totdämpfen von verseuchten Kulturen bringt dem Betrieb mehr, als das Abernten von ein paar letzten Pilzen.

Trichoderma (Grünschimmel)

Trichoderma verursacht heute weltweit grosse Probleme. In der Schweiz habe ich bis heute nichts von Problemen gehört. Die Gattung Trichoderma setzt sich aus verschiedenen Arten zusammen. Trichoderma-Arten sind in der Natur weltweit sehr stark verbreitet. Gefährlich ist ein Biotyp der Art *Trichoderma harzianum*. Befallen wird der Kompost. Die meisten Komposte sind anfällig; nasse Komposte sind besonders anfällig. Infektionen mit dem gefährlichen Biotyp wirken sich besonders stark aus, wenn sie beim Spicken und vor dem Durchwachsen in den Kompost gelangen. Beim Spicken und während des Durchwachsens muss durch gute Hygiene (Desinfektion von Geräten, Einrichtungen, Räumen, Händen und Schuhen sowie Luftfiltration) verhindert werden, dass das neue Substrat infiziert wird. Nach dem Spicken ist es sinnvoll, zur Verhinderung von Infektionen die Substrat-Oberflächen vorbeugend mit Papier oder Plastik abzudecken. Durch die Luft, durch Menschen, Maschinen und Insekten wie auch durch Brut oder Aufwertungszusätzen können die Trichodermasporen in das Substrat gelangen. Alle diese möglichen Infektionsquellen sind genau zu kontrollieren.

Über die Wirksamkeit der Substratpasteurisation bei 60° C und des Totdämpfens liegen widersprüchliche Meldungen vor.

Ist ein Betrieb stark mit Trichoderma verseucht, so ist der Infektionsdruck so hoch, dass es sehr schwierig wird, die Infektion von neuem Kompost beim Abkühlen (Phase II) und beim Spicken zu verhindern. Trichodermaprobleme darf man nicht gross werden lassen. Einen Betrieb mit grossen Trichodermaproblemen wieder sauber zu bringen, ist eine sehr schwierige Arbeit.

Spinnwebschimmel:

Für den Spinnwebschimmel gilt, was über die Trockene Molle gesagt wurde. Der Spinnwebschimmel ist seltener als *Verticillium*. Er ist aber, wo er vorkommt, sehr gefährlich, weil er sich sehr rasch ausbreiten kann.

Bakterienflecken auf Pilzen:

Bakterienflecken werden gefördert, wenn wegen des Giessens oder wegen kondensiertem Wasser an Pilzoberflächen diese längere Zeit nass bleiben. Bei Bakterienflecken müssen das Giessen der

Kulturen und die relative Luftfeuchtigkeit sowie die Luftgeschwindigkeit über den Beeten mit Bakterienbefall kontrolliert und korrigiert werden.

Virusprobleme:

Bei Virusbefall gilt der Grundsatz: Kein krankes Myzel und keine infizierten Sporen in gesunde Anlagen tragen. Erreicht wird dieses Ziel durch konsequente Sauberkeit, Desinfektion von Händen, Schuhen, Geräten und Anlagen. Befallene Kulturen totdämpfen. Keine Pilze bis zur Sporulation in den Kulturen wachsen lassen. Keine Holzkisten verwenden, bei denen das Champignonmyzel ins Holz wachsen kann.

Trauermücken:

Trauermücken haben in der Schweiz in den letzten zehn Jahren keine wesentlichen Probleme verursacht. Erste Bedingung für Kulturen ohne Trauermücken ist eine gute Pasteurisation des Substrats. Während der Abkühlphase muss die Luft, die zum Substrat gelangen kann, filtriert werden. Der Spickvorgang muss in Räumen erfolgen, die insektenfrei sind. In insektendichten Kulturen mit filtrierter Luft ist ihnen der Zutritt zu den einzelnen Kulturräumen verwehrt.

Gallmücken, Milben und myzelfressende Nematoden:

Probleme mit Gallmücken und myzelfressenden Nematoden müssen mit einer genügenden Pasteurisation des Substrats und der sorgfältigen Desinfektion von Räumen, Geräten und Einrichtungen gelöst werden. Befallene Anlagen sollte man möglichst rasch totgedämpfen und sehr sorgfältig reinigen und desinfizieren.

Kompost- beziehungsweise bakterienfressende Nematoden sind im Unterschied zu myzelfressenden meist ein Folgeproblem. Gelöst werden muss das Grundproblem, welches den Nematoden ermöglicht, sich rasch zu vermehren (z.B. schlechtes Myzelwachstum und zu nasser Kompost).

Anforderungen an Spick-, Inkubations- und Kulturräume:

Für alle Räume gilt: Glatte Wände und Böden, die sich leicht reinigen lassen, erleichtern die Sauberhaltung und die vorbeugende Desinfektion sowie die Desinfektion nach Infektionsproblemen. Als chemische Desinfektionsmittel für leere Räume im Champignonanbau ist in der Schweiz Phenoseptyl, ein Gemisch von Phenolen, zugelassen.

Räume, die nach Problem-Kulturen erhitzt werden können (Dämpfen) haben wesentliche Vorteile. Dichte Türen und Räume sowie eine Luftzufuhr mit Filtration verhindern den Zutritt von Insekten und je nach Porengrösse von Pilzsporen.

Abschliessende Bemerkungen

Manche meiner Feststellungen und Vorschläge kamen ihnen sicher bekannt vor. Das überrascht mich nicht. Sie sind weder neu noch revolutionär. Ein guter Züchter sollte sie kennen. Die gemachten Feststellungen und Vorschläge sind nach meiner Ansicht aber wichtig. Ich wollte sie ihnen in Erinnerung rufen. Hin und wieder sollte man sie sich in Erinnerung rufen.

Wenn man langfristig den Erfolg im Pilzanbau anstrebt, führt kein Weg an den Hygienemassnahmen vorbei. Die konsequente Durchführung der Hygienemassnahmen ist mühsam und brauchen Zeit. Solange man im Betrieb keine Pflanzenschutzprobleme hat, denkt mancher Anbauer, diese Arbeiten seien überflüssig. Sie sind es aber nicht. Sie sind absolut notwendig und können auch nicht durch den Einsatz von Pestiziden ersetzt werden.

Auf ein wichtiges Thema möchte ich zum Schluss noch eingehen. Nicht selten hat der Pilzzüchter das nötige Wissen und den guten Willen seine Pflanzenschutzprobleme zu lösen. Was fehlt, sind die zweckmässigen Anlagen und die erforderlichen Einrichtungen für die notwendigen Hygienemassnahmen. In diesem Falle muss sich der Anbauer genau überlegen, ob es sich lohnt, weiterhin mit ungenügenden, unzweckmässigen Anlagen zu arbeiten. Billige und schlechte Anlagen und Einrichtungen können langfristig teurer sein als teurere und gute. Ohne einen

minimalen Standard der Anlagen und Einrichtungen lassen sich Pilze nicht rentabel produzieren. Diese Feststellung mag hart klingen, ist aber realistisch. Ich besuchte in meinen 30 Jahren Zusammenarbeit mit Pilzzüchtern verschiedene Betriebe, die einige Zeit unter dem minimalen Standard an Anlagen und Einrichtungen arbeiteten. Früher oder später wurden sie geschlossen. Zusammengefasst lässt sich festhalten: Durch gezielte und konsequente Hygienemassnahmen muss man das Entstehen von Pflanzenschutzprobleme verhindern. Wenn Pflanzenschutzprobleme dennoch vorkommen, muss man sie zuerst analysieren, dann die zweckmässige Bekämpfungsstrategie festlegen und anschliessend die Bekämpfung konsequent und