

SHIYONGJUN
BINGCHONGHAI
FANGZHI



食用菌病虫害防治

沈中霞 编著 上海科学技术出版社

食用菌病虫害防治

沈国霞 编著

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印十二厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.75 字数 58,500

1988 年 3 月第 1 版 1988 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1—13,500

ISBN 7-5323-0623-1/S·82

统一书号: 16119·971 定价: 0.74 元

前 言

食用菌是一类大型真菌，具有营养丰富、味道鲜美，且有治病强身的特效，故被冠以“山珍”之美称，为此越益受到人们的重视，将其列为健康食品，且大规模地人工栽培业已获得成功。

生产食用菌的原料，多数是价值低廉的工农业副产品，如各种农作物秸杆、木屑、蔗渣、棉籽壳、废棉、麸皮、米糠及猪粪、牛粪、马粪，等等。因此，食用菌生产是变废为宝的生物工厂。食用菌生产设备简单，收益较高，因而近年发展迅速，成为当前农村致富的重要副业生产。

但是，随着生产的发展，威胁食用菌的病虫害逐渐蔓延起来，阻碍了生产的进一步发展。例如菇房或菇产区连续栽种几年后，病虫多了，致使产量降低，质量变差，甚至毫无经济收益。药剂用了不少，收效甚微，枉费成本，严重挫伤了生产者的信心与积极性。因此，病虫害防治工作是发展食用菌生产的重要组成部分，是高产、稳产的重要途径之一，应该得到重视。

防治食用菌病虫害应遵循“预防为主，综合防治”的方针，才有可能达到确保高产稳产的目的。但是，由于种种原因，目前不少人对预防重视不够，不相信采用清洁卫生、改变环境条件，可以控制病虫害的为害。往往在病虫害发生严重为害，造成了显著经济损失时，才用药去治，但损失已无可挽回。防与治是时间上的不同，不一定是方法上的不同。例如防治虫害，栽培前在菇房内、外喷药是防；栽培期菌床发生了虫害，喷药

是治。防与治必须根据需要结合使用,要多种方法并举,例如种菇要始终讲究环境卫生,严格进行对垃圾、粪肥、虫菇、烂菇的消毒杀虫处理,这是防。一旦发生了病虫害,要立即抓紧去治,防止蔓延为害,这是治。

防治农业病虫害方法很多,有农业技术防治、物理防治、化学防治、生物防治等等。这些防治方法各有优点,也各有其局限性。例如化学防治,作为一种临时救急措施,可以迅速扑灭猖獗发生的病虫害,有迅速、彻底、经济、方便等优点。但化学防治必须强调与其它方法配合使用,否则会降低效果,甚至产生不良后果。这就是众所周知的,单一、反复使用某种农药后,将使害虫和害菌产生抗药性问题,栽培作物的药害问题,农产品及环境的污染问题,人类患某些疾病问题,等等。所以,片面对待农药,夸大它的作用,会走向反面。

我们主张把多种有效的、可行的防治措施配合应用,彼此取长补短,组成一套全面的、有计划的、有效的防治体系,将病虫害为害控制在允许的经济损失水平之内(5%以下),这就是综合防治。选择综合防治措施应遵循以下三个原则:

(1) 要能够有效消灭病虫。

(2) 要保护寄主(栽培菌菌丝与子实体)不受药害,要不污染产品,不危害人体健康;要保护天敌,尽量不受杀伤。

(3) 要改变环境条件,控制病虫为害。

本书将遵循这些原则,提出初步的防治方法,仅供从事食用菌生产和科研的读者参考。由于笔者学识、经历有限,本书错误、不足之处一定很多,敬请广大读者、同行批评指教。

笔者于一九八六年秋

目 录

前 言	1
一、食用菌病害	1
(一)制种期杂菌及防治	1
1. 链孢霉	1
2. 木霉	10
3. 黄曲霉	14
4. 黑曲霉	15
5. 灰绿曲霉	16
6. 青霉	17
7. 拟青霉	17
8. 根霉	19
9. 毛霉	20
10. 束梗孢霉	21
11. 其它杂菌	21
(二)栽培期杂菌(发菌及出菇期)与防治	24
1. 橄榄绿霉菌	26
2. 鬼伞	26
3. 褐石膏霉	27
4. 白石青霉	28
5. 丝内霉	29
6. 胡桃肉杂菌	30
7. 黄霉菌	31
8. 鱼籽菌	31
(三)病害及防治	32
1. 蘑菇干腐病	32
2. 湿孢病	35
3. 软腐病	36
4. 菌盖斑点病	37
5. 细菌斑点病	39
6. 病毒病	40
7. 线虫	43
8. 生理性病害	44
二、食用菌虫害	46
1. 眼菌蚊	46
2. 瘿蚊	52
3. 蚤蝇	56
4. 紫跳虫	57
5. 螨类	58

附 录	61
一、食用菌病虫害防治历	61
(一)菌种厂病虫害防治历	61
(二)栽培房病虫害防治历	64
二、农药知识简介	70
(一)农药的混用	71
(二)农药的使用	71
(三)农药的毒性与安全使用	73
(四)药剂浓度表示法与相互换算	78

一、食用菌病害

引起食用菌各生育阶段病害的微生物大多数是腐生的土壤微生物,或腐生兼寄生的土壤微生物,少数是寄生性强的病原微生物。它们种类多、数量大、个体小(以微米*计)、分布广、繁殖快、变异大。只要条件适宜,就会大量生长繁殖。它们经土壤、空气、培养料、工具、人、昆虫、水以及栽培菌的菌丝和孢子传播为害。在制种和栽培出菇期间,这类微生物由于争夺营养或产生毒素,或寄生在栽培菌菌丝体内,常造成显著经济损失,严重时可能造成毁灭性破坏。

病害防治应以“预防为主,综合防治”。到了蔓延为害期防治,往往效果不大,事倍功半,徒劳无益。

(一) 制种期杂菌及防治

凡栽培菌以外的有害微生物,习惯上称为杂菌。杂菌与栽培菌争夺营养,产生毒素。它们造成污染,使菌种生长受阻,甚至死亡。

几乎所有食用菌的菌种,不论试管菌种,玻璃菌种或塑料袋菌种都可能污染各种杂菌,这些杂菌主要有以下几种:

1. 链孢霉(*Monilia* sp.)

又名好食丛梗孢霉,俗称“红色面包霉”,因为它们是面包的害菌。上海郊县菇农称它为“长毛菌”,大概是形容这种菌在

* 1 微米 = 10^{-6} 米

培养基内生长极为迅速，表面气生菌丝发达的缘故。

【形态识别】

菌落初为白色、粉粒状，后为绒毛状；菌丝透明，有分枝，有分隔，向四周蔓延；气生菌丝不规则地向空中生长，呈双叉状分枝。分生孢子成链状、球形、近球形，光滑(见图1)。分生孢子初为淡黄色，后为橙红色。

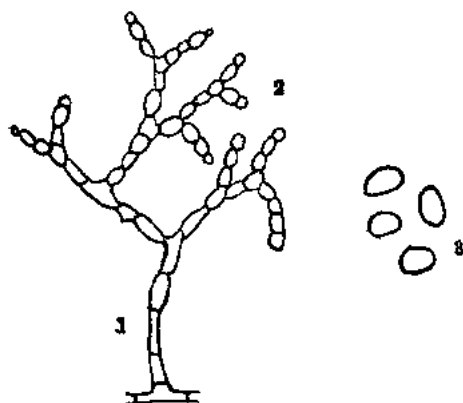


图1 链孢霉

1. 分生孢子梗； 2. 链状分生孢子； 3. 分生孢子

【发生规律】

链孢霉是土壤微生物，广泛分布在自然界。适于高温高湿季节繁殖， $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ 左右生长很快，2~3天就完成一世代。

夏秋之际，人们丢弃在场院、屋角的潮湿玉米轴(芯)，常会长满这种橙红色霉菌，这就是链孢霉的分生孢子团。菌种厂热天制种易受此菌污染。2~3天内它的气生菌丝向上长到棉塞，向下长到瓶底。菌丝细而色淡。如果棉塞紧，瓶中氧气不足，就只长菌丝暂不长橙红色孢子；假如稍松动棉塞，提供

一些新鲜空气，第二天在气生菌丝上就会长出一些粉红色分生孢子。瓶口内的菌丝常穿透棉塞，在瓶口外结出团块状橙红色分生孢子。棉塞高压蒸气消毒时受潮吸湿，就更容易污染这种杂菌。

链孢霉以它迅速生长的优势，争夺营养，占领阵地，是制种期主要害菌。栽培期少见为害。

链孢霉分生孢子耐高温，湿热 70°C 4 分钟才死亡；干热耐 130°C 。

分生孢子粉末状，数量极大，个体很小，每个孢子大小为 $6\sim 8$ 微米，随尘土、气流飘浮在空气中，四处扩散，也可随工作人员身体、衣物、工具等，进入接种箱(室)、培养房。一旦大发生，难以控制，很难彻底消灭，严重污染的菌种厂只能停产。

【防治方法】

链孢霉防治可归纳为以下八个方面（这些方法对制种期其它杂菌防治同样有效，故后面不再一一赘述）：

（1）作好清洁卫生与消毒工作

菌种厂内外环境要始终保持清洁卫生，认真清除尘土、垃圾，以及一切废弃霉烂的材料，如蘑菇旧培养料与覆土，香菇霉烂的栽培块，发霉的玉米芯、玉米秆，污染杂菌的瓶、袋、试管等。做到文明生产。

清洁卫生工作完成后，必须进行预防杀菌。可以密封的接种室、培养房，采用熏蒸杀菌；不能密封的房屋、场地及室外，采用杀菌剂喷雾。预防杀菌要在空房定期进行。例如接种室和接种箱每次用后及时清除垃圾、杂物，擦净尘土；接种箱用前 $0.5\sim 1.0$ 小时用甲醛（10 克/每立方米）熏蒸，消毒备用。室内外场地定期（一周 $1\sim 2$ 次）喷药。凡杂菌污染的菌种或用药压蒸气杀灭，或用药剂杀灭，这要成为严格执行的制

度。不能凭“经验”，不能存侥幸心理，要有严格的科学态度，这对提高和稳定菌种的成品率关系甚大。

药物可选用下列之一种，或轮流使用其中之一种，以防长期反复使用单一农药，造成杂菌产生抗药性。

1) 硫磺粉熏蒸 操作步骤如下：

① 测算空房体积：以立方米为计算单位。

长方形房屋体积 = 长 × 宽 × 高(米³)

若有屋顶，其屋顶体积 = 房顶(长 × 宽 × 房顶高) × 1/2 (米³)

有屋顶房屋体积为这两部分相加的总数。

我国民房多砖木结构，用纸糊封，密封程度有限，因此测算房屋体积，宜宽不宜严，因为漏气在所难免。

② 密封门窗：用宽约 5 厘米左右纸条，涂上浆糊，将门、窗等处缝隙糊住，糊 2~3 层，最后一个出入口，供投药后密封。密封要严，这样熏蒸剂才能达到预期杀菌效果。

③ 投药：硫磺粉用工业级，每立方米用药量为 10 克。

总用量计算：空房体积(米³) × 10(克/米³) = 总用量

硫磺粉放入金属容器内引燃。空间大的房屋放数点投药，小的房屋一点投药。点燃后投药人员立即退出，马上密封出入口。

④ 开封散气：密封熏蒸 1~2 天后，打开门窗散气。气温高，密封时间宜短；气温低，密封时间应长。散气后，房屋即可使用。

为提高杀菌效力，投药前，可在室内各处喷水湿润，尤其在干燥气候条件下熏蒸，更需要先喷水湿润。

硫磺熏蒸杀菌，适用于农村菌种厂空房消毒，每年使用前进行一次。培菌期间杀菌，则以用其它药物为好。

2) 甲醛(福尔马林)薰蒸 操作步骤,测算空房体积,密封门窗(同前面的,硫磺薰蒸)。

每立方米用药量如下

40% 甲醛	10 毫升
高锰酸钾	10 克
水	20 毫升

总用药量计算如上。各成份分别称量好,先将高锰酸钾溶入水中,搅动使完全溶解,最后将甲醛倒入高锰酸钾水溶液,投药人员立刻退出。投药器具用陶瓷缸、盆或塑料桶,不宜用金属器具。投药器具要大,以防剧烈化学反应时,药液溢出。

甲醛薰蒸,适用于各种菌种厂的空房消毒。

3) 甲醛喷雾(40% 甲醛稀释 20 倍,浓度为 2% 系有效成份浓度)

配法: 40% 甲醛 0.5 公斤加水 9.5 公斤。

喷雾适用于不能密封的工作场所、培养房或污染杂菌的环境,药效期 1 天左右。

4) 多菌灵喷雾 50% 多菌灵可湿粉剂,用 500 倍稀释液,浓度为 0.1% (系有效成份浓度)。

配法: 取 50% 多菌灵可湿性粉 50 克(即 0.05 公斤)加水 25 公斤为 500 倍。

5) 甲基托布津喷雾 70% 甲基托布津可湿性粉,用 700 倍稀释液浓度为 0.1%。

配法: 取 70% 甲基托布津可湿性粉 50 克加水 35 公斤为 700 倍。

6) 苯来特喷雾 50% 苯来特可湿性粉,用 2000 倍稀释液,浓度为 0.025%。

配法: 取 50% 苯来特可湿性粉 50 克加水 100 公斤为

2000 倍。

多菌灵、甲基托布津、苯来特药效期较长，杂菌繁殖季节 1 月左右施药 1 次即可。

7) 石碳酸喷雾 石碳酸在气温低时为固体结晶，气温高时为液体，使用 3% 左右的浓度即可。

配制：取石碳酸 0.3 公斤(300 克)加水 10 公斤。

8) 漂粉精喷雾 漂粉精的有效成份为次氯酸钙或次氯酸钠。各种产品浓度不一，均稀释到 1% 浓度。

配制：以 20% 漂粉精为例，取 0.5 公斤加水 9.5 公斤，稀释 20 倍，浓度为 1%。

没有漂粉精可用漂白粉代替，一般漂白粉有效浓度为 5% 左右，也就是稀释 5 倍，取 0.5 公斤加水 2 公斤。

漂粉精(或漂白粉)水溶液，除用于室内、外喷雾杀菌外，还可用于冲刷地面、浸泡工具、床架材料等。

漂粉精杀菌谱很广泛，杀菌力极强，没有残毒，应是菌种厂及菇房的常备药物。

漂粉精水溶液容易失效，要随配随用，放久无效。

漂粉精腐蚀性强，注意勿使衣物、皮肤受损。操作人员必须穿工作服，或者穿旧衣服鞋帽。

以上药物种类及其浓度，适用于空房内、外消毒杀菌，不能用熏蒸剂处理正在育种的培养房和栽培中的菇房。培养菌种的地方，如因杂菌污染，需要消毒，控制蔓延为害，可用喷雾法。选用一种杀菌剂喷雾，雾滴宜细，喷布均匀。喷后立即加强通风，不可因喷药增高菌种房湿度。

(2) 严格控制污染源

凡污染了链孢霉的瓶、袋、试管，要及时灭菌，已在瓶口外结了块状分生孢子团的，应先用湿纸或湿布小心覆盖包

扎,以防孢子飞散。灭菌方法可用高压蒸气杀灭,也可用杀菌剂,放入药水中浸泡。有杂菌污染的环境,发现后立即喷药,或定期轮流使用几种杀菌剂,向空中、地面及受污染处喷洒,以减少杂菌,控制为害。

霉变与废弃的培养料(如菌种瓶、袋、管,及栽培后的废料、废块),经杀菌处理,可将废物等入粪池沤肥,切莫堆放在室内外。若未经灭菌处理,而将菌种中杂菌挖出,会使大量杂菌孢子扩散传播,污染环境与工作人员,应该禁忌此举。

(3) 防止棉塞受潮生霉

高压蒸气灭菌常使棉塞受潮或吸水,在潮湿的棉塞上夏季最易感染链孢霉。因此这往往是链孢霉大发生的重要原因。

在灭菌技术上针对棉塞存在吸潮、吸水的缺点,进行改进。凡已受潮吸水的棉塞,接种时应更换成消毒的干棉塞。

培养菌种的房屋要保持干燥通风、防闷热潮湿,因潮湿、闷热的环境适于许多杂菌生长,尤其适于链孢霉繁殖。夏季雨水多,要预先做好防漏、防潮工作。

(4) 防止高压灭菌不彻底

灭菌不彻底会使链孢霉等多种杂菌成批、大量污染,污染点呈弥漫性,遍及培养料各处。如果接种时污染到杂菌,污染点是从表面开始。

造成灭菌不彻底的原因可能有以下三点:

① 操作技术不熟练、不正确:操作时如空气未排尽,就会使消毒的温度(或压力)达不到要求。蒸气消毒的压力是指排尽了(消毒锅内的)空气后的纯蒸气压力。各蒸气压力所能达到的温度是固定的(见表1)。如果消毒时空气未排尽混有不同程度空气的这种蒸气压力,所达到的温度都低于纯蒸气压所能达到的温度(见表2);由于排放空气不彻底,有可能使消

毒不干净；因此排尽空气是掌握蒸气消毒的技术关键。排气口应位于消毒锅下部，从上部排的气是水蒸气，不是空气。

表 1 各蒸气压力所能达到的温度

蒸 气 压 力 (兆帕*)	蒸 气 温 度 (°C)	蒸 气 压 力 (兆帕*)	蒸 气 温 度 (°C)
0.100	100	0.250	121.0
0.125	107	0.250	128.0
0.150	112	0.300	134.5
0.175	115.5		

* 1 兆帕 = 10 个大气压 = 10 公斤力/厘米²

表 2 空气排除程度与温度关系

压 力 (兆帕)	空气完全排除 (°C)	空气排出 2/3(°C)	空气排出 1/2(°C)	空气排出 1/3(°C)	空气完全不排出 (°C)
0.03	109	109	94	90	72
0.07	115	109	105	100	90
0.11	121	115	112	109	100
0.14	126	121	118	115	109
0.18	130	126	124	121	115
0.20	135	130	128	126	121

上部如有管道通向底部，那么上部排气也就是下部排气了。一般消毒用的蒸气压力是 0.1 兆帕，应该达到的温度是硫磺的熔点是 120℃，因此可以用作这个温度的指示剂。具体 121℃。方法是：取纯硫磺（化学纯）粉若干，装入小试管，粗细均可，装约 3.3 厘米左右高度，加木塞后，分别垂直放在消毒锅待测部位。消毒完毕取出检查，硫磺粉全部熔化，说明该部位温度等于或大于 120℃；全部未熔化，该部位温度低于 120℃，没有达到消毒温度；部份熔化，说明温度等于或小于 120℃，

消毒有可能不彻底。用这个简单方法可以推测消毒是否彻底，检查空气是否排尽，消毒温度是否达到。

如何作到排尽锅内的空气呢？建议采用多次排放法，两次或三次就可以了。具体操作是：关上排气阀门，当压力上升到0.05兆帕时放气，放毕关上放气阀门；以后压力再上升到0.05兆帕，再放气，如此2~3次，可以排尽锅内空气，多次排气虽然多用了一些燃料、时间，但保证了消毒质量，减少了事故。

以上是指医疗器械厂生产的高压蒸气灭菌锅使用方法。常压蒸气灭菌锅及土制钢板高压灭菌锅，不排除空气。这种土制钢板高压灭菌锅现在使用时按正规高压蒸气锅用法，都排放空气，但实际空气没有排出，因这种土制高压锅（上海郊县焊制），没有排放空气的专用放气阀，所谓放气实际上放的是上部热蒸气，还浪费了能源，下部空气仍然留存在锅内无法排出。但由于消毒压力提高，能达到消毒温度。

② 装料过多、过紧、装料不当会使空气流通受阻，热传导不均匀，消毒不彻底。用金属框架放瓶装，使相互间有一定间隙，一般不会产生阻塞问题。

③ 灭菌锅表盘失灵：若表盘失灵，所指压力实际可能未达到。定期检修，才可预防这种事故发生。

不论何种高压灭菌锅，要在了解消毒锅结构、原理的基础上，才能正确掌握使用技术。排尽空气是其技术关键。

(5) 防止因无菌操作技术不正确、不熟练而造成污染（有关制种技术请参看杨庆尧、黄学馨编著的《蘑菇与草菇》，上海科学技术出版社出版）。

(6) 塑料袋制种，要剔除有破裂、有微孔之袋。

(7) 原料与接种室、培养地隔离。

正常的麸皮、米糠、木屑、棉籽壳等植物原料中都有丰富的微生物群落,而且数量很大。笔者1982年测得木屑霉菌量为33万/克。米糠霉菌量为100~1000万/克;因此,存放原料的房库、场地一定要远离接种室和培养室。接触原料的工作人员,不能参加接种等工作;必须沐浴,全部更换衣帽鞋后,方可进行接种,进入培养室。

(8) 操作人员应讲究卫生

接种者和培养室管理人员应讲究卫生,有条件的设工作衣、帽、鞋;无条件的可用旧衣帽代用,但必需经常洗涤更换。

2. 木霉(*Trichoderma* sp)

俗称绿霉菌、绿霉。为害食用菇类的木霉有康氏木霉和绿色木霉。

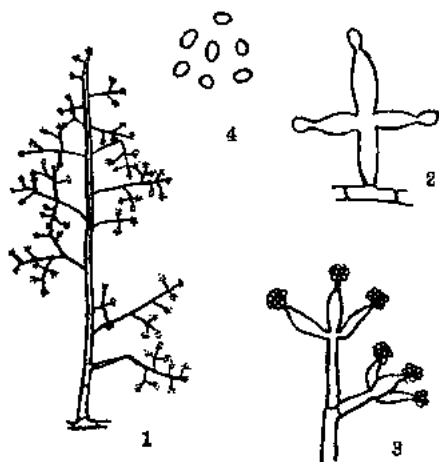


图2 木霉

1. 分生孢子梗分枝状;
2. 瓶状小梗;
3. 瓶状小梗上分生孢子着生形状;
4. 分生孢子

【形态识别】

菌落深绿至深蓝色,边缘白色,菌落絮状或致密丛束状;菌丝白色透明,有分枝、分隔。分生孢子梗分枝繁复,产孢器官为瓶状小梗,分生孢子球形或椭圆形;孢子壁光滑或粗糙(见图2)。

【发生规律】

木霉是中温性微生物,适温为20~

35℃,喜潮湿温暖。制种与栽培期皆有害。

木霉属土壤微生物,广泛分布在自然界,是空气、土壤中的常见菌。例如腐烂的木材、植物残体、种籽、有机肥料、废弃霉烂的各种食用菌培养料上都有丰富的木霉。木霉分解纤维素、木质素的能力很强。

木霉可寄生在各种大型真菌(包括各种伞菌、耳菌、多孔菌,等等)的菌丝和子实体上。已知的各种栽培菌,如蘑菇、香菇、平菇、黑木耳、白木耳、猴头、灵芝等,皆可被害。为害森林的许多大型真菌同样可被木霉寄生;因此,木霉用于防治森林病害,就成为益菌了。

木霉产生的孢外毒素,使大型真菌菌丝中毒死亡。也可侵入大型真菌菌丝内部,吸取营养物质,使栽培菌死亡。凡菌砖(菌块)、菌床污染了木霉,菌丝死亡变褐,不结子实体;子实体后期感染了木霉,菌盖上产生褐色病斑,最后产生深绿菌落。

木霉可以在栽培菌的各个时期、各种培养基上造成污染。污染了木霉的菌种绝对不能再作种用。例如用注射甲醛的方法治疗污染的菌种,这种方法不能彻底消灭木霉,反而伤害栽培菌的菌丝,不宜提倡。污染的栽培房,一般较难根除,尤以老菇房的木霉为害甚大。香菇、黑木耳的人工栽培,木霉是主要害菌。由于木霉为害极其普遍,又难以防治,称它为食用菌生产的劲敌,有一定道理。

【防治方法】

除参照链孢霉防治内容外,还可通过栽培期及栽培措施进行防治。

(1) 栽培期药物防治

菌床与菌块污染木霉,早期可以扑灭,但要十分谨慎小心。早期防治方法为局部挖除、全面喷药。