

食用菌类

农村致富金钥匙丛书

凤尾菇高产栽培技术

赵维忠 编著



辽宁科学技术出版社

农村致富金钥匙丛书·食用菌类

凤尾菇高产栽培技术

赵维忠 编著

辽宁科学技术出版社

· 沈 阳 ·

食用菌类编委会成员

主任 高桐林

委员 苏 延 赵维忠 陶玉良 曹玉谦
黄淑艳 田敬华 张秀琴

图书在版编目(CIP)数据

凤尾菇高产栽培技术/赵维忠编著. - 沈阳:辽宁科学技术出版社,1998.1

(农村致富金钥匙丛书·食用菌类)

ISBN 7-5381-2641-4

I. 凤… II. 赵… III. 食用菌类,凤尾菇-栽培 IV. S646

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 07671 号

辽宁科学技术出版社出版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

辽宁省新华书店发行

丹东印刷厂印刷

开本:787×1092 1/32 印张:3 7/8 字数:85,000

1998 年 1 月第 1 版

1998 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑:栾世禄 寿亚荷

版式设计:李 夏

封面设计:邹君文

责任校对:王 莉

印数:1—5,000

定价:5.50 元

目 录

一、凤尾菇的生物学特征·····	1
(一) 凤尾菇的形态结构·····	2
(二) 凤尾菇的生长发育条件·····	5
二、凤尾菇菌种的制作技术·····	10
(一) 制种的基本设备·····	10
(二) 制种常用的药品·····	21
(三) 斜面母种培养基的制备·····	26
(四) 母种的制备·····	31
(五) 原种的制备·····	36
(六) 栽培种的制备·····	41
(七) 发酵菌种的制备·····	41
(八) 液体菌种的培养·····	44
(九) 菌种的质量鉴定·····	50
(十) 防止菌种退化的措施·····	51
三、凤尾菇的栽培管理技术·····	54
(一) 栽培场地与栽培季节·····	54
(二) 培养料的处理·····	55
(三) 不同培养料的配方·····	59
(四) 栽培方式·····	63
(五) 播种·····	73
(六) 管理技术·····	76

四、凤尾菇的采收与加工	80
(一) 采收	80
(二) 加工	81
五、凤尾菇的病虫害及防治	86
(一) 生理性病害	86
(二) 竞争性杂菌	88
(三) 虫害的防治	93
(四) 病虫害的综合防治	101
六、凤尾菇的菌种保藏	103
(一) 斜面低温保藏法	103
(二) 液体石蜡保藏法	104
(三) 砂土保藏法	105
(四) 滤纸保藏法	107
(五) 麦粒菌种保藏法	107
七、凤尾菇孢子过敏反应的防治	107
附录	110
(一) 凤尾菇的几种常见烹调方法	110
(二) 摄氏温湿度换算表	115

一、凤尾菇的生物学特性

凤尾菇原产于印度北部喜马拉雅山南麓，自生于罗伊尔大戟的木头上。1974 年以来由印度、澳大利亚等许多学者研究试验，分离栽培取得成功，并获高产稳产。目前，凤尾菇在印度、澳大利亚、新加坡、泰国等国家都有栽培。

由于凤尾菇栽培原料广泛，适应性强，生长周期短，抗逆性强，经济效益高等优点，因此，自 1980 年引进我国后，很快在全国各地得到推广栽培，并取得很好的效果。

凤尾菇试种成功，给人们很大的启示：通过食用菌的栽培，把农副产品的下脚料秸秆、稻草、麦秆等，变成人类需要的美味佳品，是完全可能的，为人类食品开辟了一条新途径。凤尾菇被誉为食用菌后起之秀，深受广大群众欢迎。

凤尾菇营养丰富，味道鲜美。据测定：鲜菇中含蛋白质 3.68% ~ 3.88%、粗脂肪含 1.13% ~ 1.18%、还原糖 0.87% ~ 1.80%、糖分 23.94% ~ 34.87%。其蛋白质的含量，接近于肉类，比一般蔬菜高 3~6 倍。比香菇、蘑菇、草菇都高。凤尾菇含有 17 种以上氨基酸和多种维生素及一定量的矿物质元素。而且含有人体自身不能制造，而粮食中又通常缺乏的苏氨酸、赖氨酸、亮氨酸等 8 种必需氨基酸。由此可见，凤尾菇是一种含有高蛋白质、低脂肪的营养佳品。对提高人民的营养水平，增加市场供应品种具有重要意义。

栽培过凤尾菇的培养料是一种优质饲料。因为培养料中粗蛋白增加 157% ~ 173%，粗脂肪增加 176% ~ 257%，粗纤维降低 50% 左右，木质素降低 30% 左右，更适合牲畜食用。为发展畜牧业，增加经济效益开辟了新途径。

栽培过凤尾菇的培养料中氮、磷、钾三要素俱全，是一种优质肥料。如果用栽过菇的稻草进行沼气发酵，产气时间提前 2 ~ 3 天，沼气产量比未种菇的稻草增加 40% ~ 70%。用稻草栽培凤尾菇，既增加了经济效益，又促进了沼气事业的发展。在广大农村和偏僻的山区发展凤尾菇的栽培，是大有前途的。

（一）凤尾菇的形态结构

凤尾菇在分类学上属于真菌门、担子菌纲、伞菌目、侧耳科、侧耳属的一种。因其形状像凤尾而得名。凤尾菇由菌丝体（营养器官）和子实体（生殖器官）两部分组成。

1. 菌丝体

菌丝体呈白色、绒毛状、多分枝，生长在各种基物中。其组成的基本单位是菌丝。菌丝是由孢子萌发形成的。孢子萌发时先吸水膨大，然后长出芽管，芽管不断伸长，呈无色的微细管状，后多分枝。菌丝由分隔的多细胞组成，每个细胞都有细胞壁、细胞质和细胞核。无数菌丝结合在一起成为菌丝体。菌丝体在基物中分解有机质，吸收养分和水分，为本身的生长发育积累养料，又为子实体的发育提供养分。

2. 子实体

子实体又称担子果，是菌丝体进一步生长发育的结果。肉质柔软，是凤尾菇的生殖器官，是可供人们食用的部分，

它主要由菌盖、菌柄和菌褶组成。

(1) 菌盖：菌盖又称伞盖或菇盖。呈漏斗形或扇形，直径8~15厘米，最大达20厘米以上。菌盖由皮层、菌肉和菌褶三大部分组成。菌盖表面幼时为褐色，后逐渐变为淡灰色，成熟后呈深灰色。菌盖边缘初期内卷，后平展，边缘成波纹状卷曲，老化后上翘至反卷。

菌盖的颜色与环境条件有密切关系。在散射的阳光下比在电灯光下色深；空气相对湿度小比湿度大时色深。因此，不能完全从菌盖颜色的深浅来评价鲜菇质量的好坏。菌肉中部厚，由中部向边缘逐渐薄，白色。

(2) 菌褶：着生在菌盖的下方，呈片状，菌褶稀疏而至柄端密集，不等长，长者直抵菌柄顶端，短者只着生在菌盖边缘，形似扇骨，色白而质脆，易断裂成碎片。在菌褶两侧着生无数担子和担孢子，每个担子上生有4枚担孢子。

(3) 菌柄：多为偏生或侧生，偶有中生，等粗或向下渐细。长4~6厘米，粗1.5~2厘米，白色，表面光滑，圆柱形，内充实无空心。高温而通风不良时，菌柄细长；较老时，有时柄中空，有弹性。温度低而湿度大时，菌柄粗而短，肉质肥厚而脆嫩。

(4) 孢子：在菌褶的两侧，着生担子和担孢子，简称孢子。孢子无色、平滑，一端有棘突，呈肾形或椭圆形，成熟后弹射出来，孢子印白色。担子长柱形，顶端比基部略宽些。在担子上着生大量孢子，大小为4.7~7.6微米×1.7~4.7微米。孢子对人的呼吸道有刺激作用，会引起咳嗽或低烧等症状。

3. 生活史

凤尾菇的整个生长发育过程，可概括为：担孢子→单核菌丝→双核菌丝→子实体→担孢子（见图1）。

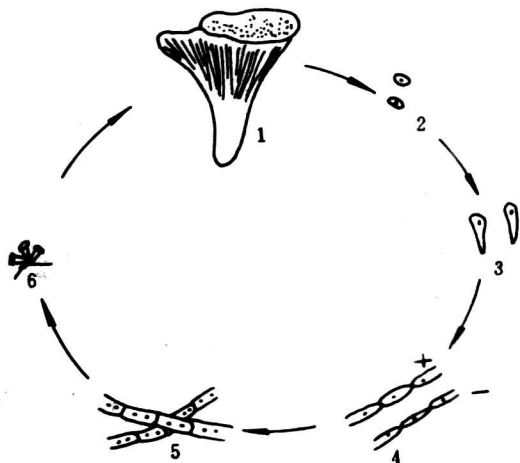


图1 凤尾菇的生活史

1. 子实体 2. 担孢子 3. 孢子萌发 4. 单核菌丝 5. 双核菌丝 6. 菇蕾

刚从孢子萌发成的菌丝称为初生菌丝（又称一次菌丝体）。这种菌丝纤细，因每个细胞都有一个细胞核，故初生菌丝又称单核菌丝。凤尾菇的初生菌丝有“雌”与“雄”之分，尽管“雌”菌丝与“雄”菌丝在形态上看不出什么差异，但同性别的菌丝间永不亲和，只有异性菌丝间发生融合后才能生育为子实体。凤尾菇是异宗结合四极性的菌类。

在异宗结合中，菌丝体的性别是由遗传因子——性基因决定的。凤尾菇的性别是由两对独立分离的遗传因子 Aa 、 Bb 所决定。因此，它产生的4个担孢子各代表一种基因型，即 AB 、 Ab 、 aB 、 ab 四种类型，称为四极性。四极性的初生

菌丝只有 Aa、Bb 的组合时才是性亲和。因此，遗传因子为 AB 的初生菌丝只能与遗传因子为 ab 的初生菌丝配对；Ab 只有与 aB 配对时才亲和，其他各组合均不受孕，可育率为 25%。

可亲和的单核菌丝配对后，单核细胞就变为双核细胞，单核菌丝就发展为双核菌丝（也叫次生菌丝体）。无数菌丝构成的菌丝体，进一步发育就形成了子实体。成熟的子实体又弹射出担孢子，重新开始新一代。

在凤尾菇生活史中，还没有发现无性的生活周期。

（二）凤尾菇的生长发育条件

1. 温 度

凤尾菇在菌丝体生长发育阶段的温度范围差异不大，一般在 15~30℃ 均能生长，菌丝体生长发育的最适温度为 25~27℃。高于 30℃ 菌丝容易老化，色变黄，纤细呈绒毛状；低于 20℃ 生长缓慢；13℃ 以下菌丝几乎停止生长。

子实体形成时的适宜温度，一般在 10~26℃，以 17~22℃ 为最好。高于 24℃，影响原基的发育，25℃ 以上时，床面刚出现的幼蕾会枯黄，萎缩至死。成熟中期温度超过 25℃，子实体会长成菇柄细长、菌盖薄、边缘向上卷曲并出现裂缝，甚至萎缩腐烂。在成熟后期，如果室内温度超过 35℃、室内相对湿度高于 95% 时，成熟的子实体的菌褶上会长出小子实体。如温度低时长菇慢。日平均温度在 21.5℃ 左右，从扭结到采菇仅需 4 天；在 13℃ 左右要 8 天时间。温度对菇形的影响也比较显著。在 19℃ 左右，子实体呈灰色，菌盖薄，菌柄长，呈漏斗形；在 12℃ 左右，子实

体呈深灰色，盖厚，柄短，菇形粗壮，呈贝壳状。

栽培时除了应注意空气温度外，更应注意料内的温度。因培养料上床后，由于微生物的发酵，放出大量的热，致使料温升高，一般比室内温度高 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ ，棉籽皮、落地棉等料培养料内温度可高达 35°C 以上。培养料内温度，一般以 $25 \sim 27^{\circ}\text{C}$ 为适宜。

2. 湿 度

菌丝体生长，要求培养料内含有合适的含水量。凤尾菇的菌种在培养中生长，发菌阶段要求培养料的适宜含水量为 $60\% \sim 65\%$ 。含水量低于 50% 时，菌丝生长缓慢，也会因生理干旱造成菌丝死亡。料面菌丝体不容易达到均匀浓白的程度。如含水量高于 75% ，菌丝不能生长或生长很微弱，表现为气生菌丝增多，培养料中菌丝减少或无菌丝，菌丝纤细，不扭结；菌丝发育阶段完成后，产生畸形白色小菇，严重影响产量和品质。如果再遇上高温，嫌气微生物就会大量繁殖，致使培养料容易变酸发臭，并引起大量杂菌滋生，影响菌丝生长，使整个栽培失败。

子实体发育阶段，对空气相对湿度要求严格，以 $80\% \sim 90\%$ 为最合适。低于 80% 时，子实体生长缓慢，菌盖小，菌柄细长，有时甚至出现干枯；高于 90% 时，在通风不良情况下，子实体易腐烂，菌盖变薄、色浅，菌柄细长，品质下降。这个阶段，培养料的湿度要求为 $65\% \sim 75\%$ 。过干不利于原基的分化，即使分化出原基，也会因干燥而枯萎；过湿会引起原基和小菇死亡。因此，管理时要严格掌握空气相对湿度和培养料内的含水量。

3. 营 养

凤尾菇是一种腐生型真菌。本身不含有叶绿素，不能在阳光下利用二氧化碳和无机盐类合成有机物质，需要供给有机营养物质。使其从中获得组成菌丝与子实体的原料和所需的能量。

凤尾菇的生长发育主要是从基质中摄取碳、氮、无机盐和维生素等营养物质。碳素营养主要作用是构成细胞物质和供给生物体生长发育所需要的能量。主要来源于有机物，如纤维素、半纤维素、木质素、淀粉、果胶、糖、有机酸和醇类等。常见的碳源中，只有单糖、有机酸和醇等小分子化合物可直接为食用菌细胞所吸收，而纤维素、半纤维素、木质素、果胶、淀粉等大分子化合物必须通过纤维素酶、半纤维素酶、木质素酶分解成葡萄糖、阿拉伯糖、木糖、半乳糖和果糖后，才能被吸收利用。这些物质主要存在于稻草、棉籽皮、玉米芯、麦秸、花生秸、大豆秸、向日葵秸及木屑中。凤尾菇所需要的碳素基本上能得到满足。

在配制培养料时，还需要加入少量的氮素。氮是构成蛋白质和核酸的主要元素。蛋白质和核酸是原生质的主要成分，同时为生命活动提供合成原生质和细胞其他结构的原料，一般不提供能量。它在有机体生长和繁殖过程中起着重要的作用。氮素营养主要来源于蛋白质、氨基酸、尿素、氨和硝酸钾等小分子化合物，但是，蛋白质不能被直接利用，必须经蛋白质酶分解成氨基酸后才能被吸收利用。

氮营养的多少对菌丝体的生长和子实体的发育有很大影响。在菌丝生长阶段，培养料中的含氮量以 0.016% ~ 0.064% 为宜。含氮量低于 0.016% 时菌丝生长受阻。在子实体发育阶段，培养料中的含氮量宜在 0.016% ~ 0.032% 之

间，高浓度的氮有碍子实体的生长和发育。

在培养料中，碳和氮应有一个适当的比例，一般在营养生长阶段碳氮比 (C/N) 以 20:1 为好；而在生殖生长阶段碳氮比以 30:1 ~ 40:1 为好。常见几种纤维料的碳氮比均较高 (见表 1)，使用时需加以调解。

表 1 几种纤维料的碳氮含量及碳氮比

	碳 (%)	氮 (%)	碳氮比 (C/N)
稻 草	42.3	0.62	68.4
小麦秸	46.5	0.48	96.9
玉米秸	42.3	0.48	88.1

凤尾菇在生长发育过程中，除需碳素营养和氮素营养外，还需要无机盐类。其主要功能是构成菌丝体的成分；作为酶的组成部分；调节氧化还原电位和酶的作用；调节培养基的渗透压和 pH 值等。如钾 (K)、镁 (Mg)、硫 (S)、磷 (P) 和钙 (Ca) 等，是凤尾菇生长发育所必需的微量元素。配制培养基时，常用硫酸镁和磷酸钾作为 Mg、S、K、P 的来源。但是，磷钾有三种不同成分的化合物，即磷酸二氢钾 (KH_2PO_4)、磷酸氢二钾 (K_2HPO_4) 和磷酸钾 (K_3PO_4)。选用哪一种要根据需要的酸度而定。如要求酸度较高的培养基用磷酸二氢钾，反之用磷酸氢二钾或磷酸钾。如果缺少必需的微量元素，凤尾菇则不能生长或生长发育不良。不过微量元素的需要量很少，有些天然纤维素材料中已有足够的含量，无需外加。

在配制培养料时，除加入上述各种物质外，有时需加入微量的维生素 B₁、维生素 B₂、烟酸、泛酸等，主要起催化作用。因为维生素的耐热性较差，在 120℃ 以上即迅速分

解，所以，加维生素的培养料在灭菌时，温度不宜过高。

4. 光 照

凤尾菇不需要强烈的光照，但在一定的发育阶段需要有一定的散射光线。

凤尾菇在菌丝生长阶段不需要光照，强光对菌丝生长是不利的。子实体发育阶段，需要光照，适度的散射光线可诱导原基的分化和形成。如果长期处于完全黑暗的条件下，则会抑制原基的形成。光照不足时，原基数减少，菇柄细长，菌盖小而颜色浅，畸形菇多。据测定：在 200~2000 勒克斯光照强度下，菌柄、菌盖发育速度正常。而在 60 勒克斯光度以下时，菌盖分化慢，菌柄发育快，柄细长，长成菌盖小的畸形菇。超过 20 000 勒克斯光度时，子实体容易干枯死亡。一般生产中通过窗户的散射光，就可满足原基的形成和子实体生长发育的需要。

如果在完全黑暗的人防工程或地下室作栽培场地，在菇蕾分化成子实体阶段，必须人工补充光照。可在 1 米宽的防空洞里，每平方米加一个 60 瓦的灯泡，或在 12 平方米的栽培场地，设两只 40 瓦日光灯，每天给 10 多个小时灯光照射。

5. 通 风

凤尾菇不含有叶绿素，不能进行光合作用，在生长发育过程中只是放出二氧化碳，使培养料内部和表面附近空气中的二氧化碳浓度逐渐增高。当浓度增到占空气的 1% 时，对菇类的生长发育就起抑制作用。所以，保持栽培室内的空气新鲜是促进其生长发育的重要条件。特别是出菇阶段，更应加强通风。

菌丝体生长阶段要有一定量氧气。在通风差、培养料湿度偏高的情况下，会使培养料变酸、发臭，菌丝不长，杂菌，特别是霉菌滋生。子实体形成阶段，对新鲜空气的要求更为严格，此时期适于在较低浓度的二氧化碳条件下生长。当通风差时，会造成菌盖畸形，菌柄长，甚至变黄、萎缩或腐烂。因此，产菇期间加强通风换气是保证产量的关键措施。冬季生产凤尾菇，通风更为重要，要设法输送暖风，以保证子实体正常生长发育。

菇房中要防止冒烟现象。菇类怕煤气，不能见明火，要用暖气或火墙取暖保温。

6. 酸碱度 (pH 值)

凤尾菇喜欢在中性偏酸的环境中生活，最适于凤尾菇生长培养料的 pH 值为 6.5~7.0。当 pH 值低于 5.5，再遇上高温时，喜酸性的细菌会大量繁殖，致使培养料变酸变臭，抑制菌丝生长，造成减产。如果 pH 值高于 9，则发菌差，甚至不发菌。

子实体生长阶段对酸碱度的要求，与菌丝体阶段相似。

二、凤尾菇菌种的制作技术

凤尾菇的菌种可分为母种、原种、栽培种和液体菌种等。一般在试验室都可培育出纯正的各级菌种。但必须有一定的基本设备。

(一) 制种的基本设备

1. 接种箱与接种室

接种箱是一个用木材和玻璃制成的小箱子，可以密闭，便于用药物熏蒸消毒。侧下方开两个洞口，并装有布套，双手可伸入箱内操作。箱顶部装日光灯，有条件的可装紫外线灭菌灯。接种箱的大小可根据生产规模自行设计，一般以能放 150~200 瓶菌种为宜。过大操作不方便，过小则每次接种瓶数少，不经济。接种箱制作可参照图 2。

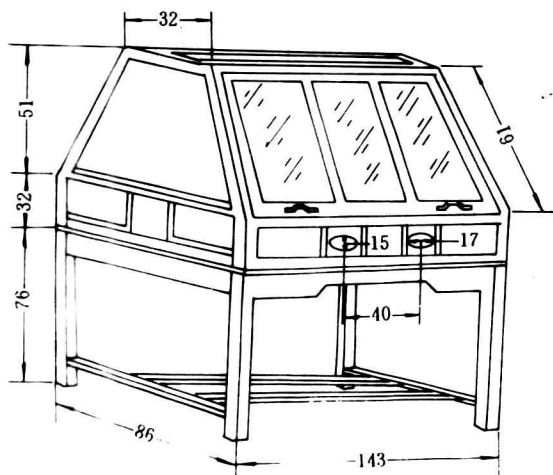


图 2 接种箱（单位：厘米）

接种室与接种箱一样，关闭要严密，以便接种前进行药物消毒。接种室要设在向阳、干燥处，体积以 12~16 立方米为宜，过大不便于消毒灭菌。一般是长 4 米、宽 2 米、高 2 米组成的密闭小室，四周的上半部用玻璃，下半部用胶合板制作。在室内要设工作台，有条件的可购置净化台。室的顶棚要安装日光灯和 30 瓦的紫外线灭菌灯。紫外线灭菌灯

正对着操作台，灭菌更为有效。接种室外有一个小间缓冲室，是接种员更换衣服的地方。入口应安装拉门，地面和墙壁要光滑，便于消毒。缓冲室也要装紫外线灭菌灯（见图3）。

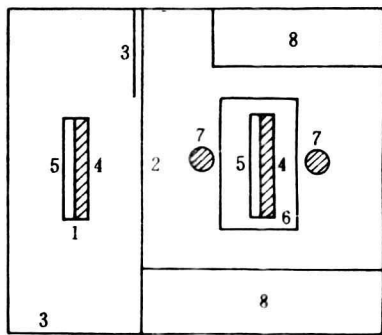


图3 接种室平面图

接种箱虽然一次接种数量少，操作不如接种室方便，但结构简单，1. 缓冲室 2. 接种室 3. 拉门 4. 紫外线
造价便宜，体积较小，5. 日光灯 6. 工作台 7. 椅子
容易消毒。而且，人可 8. 菌种架

以在箱外操作，不易吸入有害气体，夏季接种也不会感到闷热。因此，一般多用接种箱接种。即使是大批生产，也可多做几个接种箱同时进行接种。

2. 消毒锅

制作菌种消毒时，多用高压蒸汽灭菌锅。高压蒸汽灭菌锅是一个密闭的、可以耐受压力的金属锅。常见的有手提式、直立式和卧式三种（见图4）。

在密闭的锅内，水加热沸腾所形成的蒸汽压力不断增高，能迅速地达到彻底消毒灭菌的目的。灭菌时，一般在1千克/厘米²压力下（121℃），经30分钟，能杀灭所有微生物及其芽孢和孢子。如果制备原种和生产种时，因装固体培养基，容量较多，热传导慢，灭菌时间要延长1个半小时至2个小时。